

**DENSIDAD POBLACIONAL, MORFOMETRÍA Y DESCRIPCIÓN DE  
NEMATOCISTOS DE *Chiropsalmus quadrumanus* (Müller, 1859) (CNIDARIA:  
CUBOZOOA), SUR DEL GOLFO DE MORROSQUILLO, CARIBE COLOMBIANO**

**GERALDINE CASTRO ACOSTA**

**LEIDY TEHERAN VEGA**



**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
MONTERÍA-CÓRDOBA**

**2020**

**DENSIDAD POBLACIONAL, MORFOMETRÍA Y DESCRIPCIÓN DE  
NEMATOCISTOS DE *Chiropsalmus quadrumanus* (Müller, 1859) (CNIDARIA:  
CUBOZOOA), SUR DEL GOLFO DE MORROSQUILLO, CARIBE COLOMBIANO**

**GERALDINE CASTRO ACOSTA**

**LEIDY TEHERAN VEGA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Biólogo**

**DIRECTOR:**

**JORGE ALEXANDER QUIRÓS RODRIGUEZ, MSc.**

**Docente, Programa de Biología, Universidad de Córdoba**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS**

**PROGRAMA DE BIOLOGÍA**

**MONTERÍA-CÓRDOBA**

**2020**

La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del trabajo será solo de los autores (Artículo 61 del estatuto de investigación y extensión de la universidad de Córdoba, acuerdo No 093 del 26 de noviembre de 2002).

## **NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

**JORGE ALEXANDER QUIRÓS RODRÍGUEZ, M.Sc.**

Director del trabajo de grado  
Universidad de Córdoba

---

**JUAN BAUTISTA YEPES ESCOBAR Esp.**

Jurado Evaluador  
Universidad de Córdoba

---

**CARLOS ANDRÉS NISPERUZA PERÉZ M.Sc. (c)**

Jurado Evaluador  
Universidad de Córdoba

**Montería-Colombia, 2020**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de Córdoba y al cuerpo de docentes del programa de Biología por hacer parte de nuestra formación profesional y crecimiento personal

A nuestro director Jorge Alexander Quirós Rodríguez por la confianza puesta en nosotras, por su orientación y asesorías

A nuestros jurados Carlos Nisperuza Pérez y Juan Yepes Escobar por su tiempo y dedicación durante el desarrollo de este trabajo.

A los pescadores de la Región de San Antero, en especial al señor Tomas Ladeu Álvarez y Willinton Julio Banquet y a Ladis Negrette por su colaboración en campo.

Al biólogo Juan Camilo Vergara por su ayuda en la edición de las fotografías y análisis estadístico.

A nuestros padres por todos por el apoyo y la comprensión durante el desarrollo de la carrera.

A nuestros amigos los Disléxicos: Yomira, William, Iliana, Lina, Javier, José, Sirly y Diego, y a quienes nos acompañaron en diferentes momentos durante toda la carrera.

## **DEDICATORIA**

*“A mis padres por haberme forjado como la persona que soy, muchos de los logros se los debo a ellos entre los que se incluye este, a mis hermanos por su amor, por su apoyo incondicional y esfuerzo para poder culminar esta etapa. A Luis David Cogollo por su comprensión, paciencia y apoyo durante este proceso”*

**Leidy Teherán Vega**

*“A Dios, A mis padres quienes desde la infancia me forjaron una personalidad y futuro con gran cariño; por ser ellos mi apoyo constante en la realización de mis metas y proyectos, a mis hermanos Kevin castro, Ana María Acosta por darme fuerza durante este proceso. Un agradecimiento especial a Carlos Bettin por estar conmigo en todo momento, sobre todo por la paciencia durante mi desarrollo profesional”*

**Geraldine Castro Acosta**

## TABLA DE CONTENIDO

### RESUMEN

### ABSTRACT

### Pág.

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. OBJETIVOS .....	16
2.1 Objetivo general.....	16
2.2 Objetivos específicos .....	16
3. ESTADO DEL ARTE.....	17
3.1 Antecedentes.....	17
3.2 Marco Teórico.....	18
3.2.1 Características generales de la clase Cubozoa .....	18
3.2.2 Generalidades de <i>Chiropsalmus quadrumanus</i> .....	20
3.2.3 Toxicidad.....	21
4. METODOLOGÍA .....	23
4.1 Área de estudio .....	23
4.2 Fase de campo.....	24
4.3 Fase de laboratorio.....	25
4.4 Análisis de datos .....	26
5. RESULTADOS.....	27
5.1 Densidad poblacional de <i>C. quadrumanus</i> .....	27
5.2 Variables ambientales .....	29
5.2.1 Análisis de correspondencias canónicas (ACC) de variables ambientales .....	31
5.3 Morfometría de <i>Chiropsalmus quadrumanus</i> .....	32
5.3.1 Sectores vs medidas morfométricas .....	36

5.3.2	Análisis de clasificación .....	37
5.3.3	Correlación con las variables ambientales (Rho) .....	38
5.4	Estudio de nematocistos .....	38
5.4.1	Tamaño de nematocitos en <i>C. quadruamanus</i> .....	40
6.	DISCUSIÓN .....	41
6.1	Densidad población de <i>C. quadruamanus</i> .....	41
6.1.1	Variables ambientales .....	42
6.2	Morfometría de <i>Chiropsalmus quadruamanus</i> .....	43
6.3	Estudio de nematocistos .....	44
7.	CONCLUSIONES .....	46
8.	RECOMENDACIONES .....	47
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	48
10.	ANEXOS .....	56



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Diferentes formas de las medusas.. .....	20
<b>Figura 2.</b> Esquema de <i>Chiropsalmus quadrumanus</i> .....	21
<b>Figura 3.</b> Área de estudio y localización de los sectores de muestreo. ....	23
<b>Figura 4.</b> Densidad de <i>C. quadrumanus</i> en los tres sectores en el sur del golfo.....	27
<b>Figura 5.</b> Comportamiento espacio temporal de <i>C. quadrumanus</i> en el sur del golfo ..	28
<b>Figura 6.</b> Comportamiento de la temperatura durante los meses .....	29
<b>Figura 7.</b> Comportamiento de la salinidad durante los meses .....	30
<b>Figura 8.</b> Análisis de correspondencias canónicas de las variables ambientales.....	31
<b>Figura 9.</b> Vista en estereoscopio de la especie <i>C. quadrumanus</i> .....	32
<b>Figura 10.</b> Medidas morfométricas de <i>C. quadrumanus</i> . . ¡Error! Marcador no definido.	
<b>Figura 11.</b> Análisis de correspondencias canónicas de los rasgos morfométricos.....	36
<b>Figura 12.</b> Dendrograma UPGMA en cuanto a los rasgos Morfométricos.....	37
<b>Figura 13.</b> Porcentaje de las diferentes formas de nematocistos en <i>C. quadrumanus</i> .	38
<b>Figura 14.</b> Nematocistos tentaculares de <i>C. quadrumanus</i> .....	39
<b>Figura 15.</b> Tamaño en micras de nematocistos en <i>C. quadrumanus</i> y frecuencia. ....	40

## LISTA DE ANEXOS

Pág.

<b>Anexo A.</b> Sector de Punta Mestizo Fotografía: Leidy Teherán. ....	56
<b>Anexo B.</b> Sector de Punta Terraplén Fotografía: Leidy Teherán. ....	56
<b>Anexo C.</b> Sector de Punta Bonita Fotografía: Leidy Teherán .....	57
<b>Anexo D.</b> Pescadores de la región de San Antero utilizando chinchorro.....	57
<b>Anexo E.</b> Contabilización de <i>C.quadrumanus</i> en el área de estudio .....	58
<b>Anexo F.</b> Cubomedusa <i>Chiropsalmus quadrumanus</i> en el sur del golfo .....	58
<b>Anexo G.</b> Mediciones morfométricas de <i>C.quadrumanus</i> ....	59
<b>Anexo H.</b> Identificación y toma de fotos de nematocisto en el laboratorio.....	60
<b>Anexo I.</b> Variables ambientales temperatura y salinidad.....	60
<b>Anexo J.</b> Medidas de <i>C. quadrumanus</i> en el mes de diciembre 2019.....	61
<b>Anexo K.</b> Promedio de la morfometría de <i>C. quadrumanus</i> en el mes de diciembre.....	62
<b>Anexo L.</b> Promedio de la morfometría de <i>C. quadrumanus</i> en el mes de diciembre. ....	63
<b>Anexo M.</b> Medidas morfométricas de <i>C. quadrumanus</i> en el mes de enero 2020.....	64
<b>Anexo N.</b> Medidas de <i>C. quadrumanus</i> en el mes de febrero.....	65
<b>Anexo O.</b> Medidas morfométricas de <i>C. quadrumanus</i> en el mes de marzo .....	67
<b>Anexo P.</b> Medidas morfométricas de <i>C. quadrumanus</i> en el mes de marzo .....	68
<b>Anexo Q.</b> Promedio de la morfometría de <i>C. quadrumanus</i> en el mes de marzo .....	69
<b>Anexo R.</b> Medidas de la morfometría de <i>C. quadrumanus</i> en el mes de abril .....	70
<b>Anexo S.</b> Medidas morfométricas de <i>C. quadrumanus</i> y promedio en el mes de abril. ....	71
<b>Anexo T.</b> Medidas de <i>C. quadrumanus</i> en el mes de mayo.....	72
<b>Anexo U.</b> Promedio de la morfometría de <i>C. quadrumanus</i> en el mes de mayo.....	73
<b>Anexo V.</b> Medidas morfométricas de <i>C. quadrumanus</i> en el mes de junio .....	74
<b>Anexo W.</b> Promedio de la morfometría de <i>C. quadrumanus</i> en el mes de junio. ....	75
<b>Anexo X.</b> Medición en micras de Eurytele nematocisto en <i>C. quadrumanus</i> .....	76
<b>Anexo Y.</b> Medición en micras de Rhopaloides nematocisto en <i>C. quadrumanus</i> . ....	76
<b>Anexo Z.</b> Medición en micras de Mastigóforos nematocisto en <i>C. quadrumanus</i> . ....	77
<b>Anexo AA.</b> Medición en micras de Isorhizas elipsoides en <i>C. quadrumanus</i> .....	78
<b>Anexo BB.</b> Rho de correlaciones entre la morfometría y las variables ambientales. ....	79
<b>Anexo CC.</b> p-valor de correlaciones entre la morfometria y las variables ambientales.....	79

## RESUMEN

Para determinar la densidad poblacional, morfometría y descripción de nematocistos en *Chiropsalmus quadrumanus* (Cnidaria: Cubozoa) al sur del golfo de Morrosquillo, se realizaron siete muestreos entre los meses de diciembre de 2018 a junio del 2019, en los sectores de Punta Terraplén, Punta Mestizo y Punta Bonita. Los individuos se colectaron como parte de la pesca acompañante de los arrastres mar adentro de chinchorro camaronero, empleando un arte de pesca de 1 cm de ojo de malla. Posteriormente en el laboratorio se realizaron las medidas morfométricas y cortes en los tentáculos de los individuos para la observación e identificación de nematocisto. Se registraron un total de 2991 individuos, presentándose en el sector de Punta Mestizo las densidades más altas  $0.32 \pm 0.97$  seguida de Punta Terraplén  $0.15 \pm 0.56$  y por último el sector de Punta Bonita  $0.03 \pm 0.81$  que presentó la mayor densidad en los meses de enero y mayo, mientras que los valores mínimos ocurrieron en los meses de diciembre y abril. Se realizó un Análisis de Correspondencias Canónica (ACC), el cual mostró que variables ambientales como la temperatura y salinidad tuvieron influencia en la abundancia de cubomedusas en los sectores de muestreo. Las características morfométricas de *C. quadrumanus* registraron diferencias en la longitud de la umbrela en Punta Mestizo y Punta Terraplén, y mayor ancho de umbrela para el sector de Punta Bonita. Se describieron las formas y tamaños de los diferentes nematocistos observados en *C. quadrumanus*, de los cuáles los mastigóforos registraron el (40.35%), caracterizándose por presentar gran cantidad de toxina, Isorhizas elipsoides (33.33%) tiene la función de adherirse y agarrar a la presa, eurytele (17,54%) y rhopaloides (8.77 %) cumplen la misma función de ser penetrantes e inyectoros pero se diferencian en su forma; estos nematocistos son de gran importancia dentro del tejido tentacular para la captura de presas. Por lo que es de gran importancia el estudio de densidad y características morfométricas como sus tipos de nematocistos para así conocer acerca de esta especie a nivel de la zona costera de San Antero

**Palabras claves:** Cubomedusas, densidad, Golfo de Morrosquillo, nematocisto.

## ABSTRACT

To determine the population density, morphometry and description of nematocysts in *Chiropsalmus quadrumanus* (Cnidaria: Cubozoa) south of the Gulf of Morrosquillo, 7 samplings were carried out between December 2018 and June 2019, in the sectors of Punta Terraplén, Punta Mestizo and Punta Bonita. The individuals were collected as part of the by-catch of the offshore trawls of chinchorro camaronero, using a 1 cm mesh eye fishing gear. Subsequently, in the laboratory, morphometric measurements and cuts were made in the tentacles of the individuals for the observation and identification of the nematocyst. A total of 2991 individuals were registered, presenting in the Punta Mestizo sector the highest densities  $0.32 \pm 0.97$  followed by Punta Terraplén  $0.15 \pm 0.56$  and finally the Punta Bonita sector  $0.03 \pm 0.81$ , the highest density was presented in the months of January, May, March and June, the minimum values were shown in the months of December, February and April. A canonical correspondence analysis (ACC) was performed for environmental variables such as temperature and salinity, which influenced the selection of areas of the medusoid in relation to the sampling sectors. The morphometric characteristics of *C. quadrumanus* registered differences in the length of the umbrella for the Punta Mestizo and Punta Terraplén sectors and the greater umbrella width for the Punta Bonita sector. The shapes and sizes of the different nematocysts observed in *C. quadrumanus* were described, of which Mastigophores recorded (40.35%) characterized by having a large amount of toxin, Isorhizas ellipsoides (33.33%) has the function of adhering and grasping the prey, Eurytele (17.54%) and Rhopaloides (8.77%) fulfill the same function of being penetrating and injectors but differ in their shape, these nematocysts are of great importance within the tentacular tissue for capturing prey. Therefore, the study of density and morphometric characteristics such as their types of nematocysts is of great importance in order to know about this species at the level of the coastal area of San Antero.

**Key words:** Cubomedusas, density, Gulf of Morrosquillo, nematocyst.

## 1. INTRODUCCIÓN

La clase Cubozoa, a la que pertenecen las cubomedusas, hace parte del filo Cnidaria, existen cerca de 36 especies de cubomedusas exclusivamente marinas, que se distribuyen en las aguas cálidas de todos los océanos, ninguna ha sido encontrada en los polos. Actualmente son de gran interés científico debido a que son consideradas como las especies más peligrosas para el hombre (Kramp, 1961; Daly *et al.*, 2007). En el Caribe colombiano se presenta el primer registro de dos géneros de cubomedusas, especialmente en la región de Santa Marta (Cedeño-Posso, 2015).

En los últimos años, se ha demostrado la importancia ecológica de las cubomedusas, pues tienen un papel importante en las redes tróficas, como presa para algunos grupos de peces y grandes vertebrados, incluso hasta el hombre puede ser visto como consumidor de medusas (Mianzan & Cornelius, 1999; Kawahara *et al.*, 2006). Por otro lado, estos animales también son considerados grandes depredadores (Pitt *et al.*, 2007), alimentándose de diversos organismos del zooplancton, incluyendo también huevos y larvas de peces y hasta otras medusas, llegando de esta forma, a competir con otros organismos como peces y crustáceos por alimento (Alvariño, 1975).

Se ha demostrado de igual forma, que tienen un rol importante en el transporte de materia orgánica y energía de la superficie hacia las profundidades oceánicas (Vinogradov & Shushkina, 2002), y además desempeñan un papel importante en la dinámica de los nutrientes de los sistemas costeros, como por ejemplo, las especies de medusas que mantienen una relación simbiótica con zooxantelas son capaces de tomar, retener y reciclar el nitrógeno inorgánico disuelto en el agua, de la misma forma como lo hacen los corales (Muscantine & Marian 1982; Hale, 1999). Además, se ha evidenciado otra relación simbiótica con crustáceos (Gasca *et al.*, 2007) y alevinos de varias especies de peces como gádidos, triquiuridos o clupeidos, los cuales se agrupan bajo su campana posiblemente como protección a depredadores, aunque no todos sobrevivan (Alvariño, 1975; Lynam & Brierley, 2006).

Las cubomedusas se consideran una preocupación de orden público debido a sus altas proliferaciones, lo cual ha aumentado en los últimos años, produciendo impactos a nivel ecológico, el hombre, así como también en actividades como la pesquería, industrias generadoras de energía, turismo y sobre los ecosistemas (Purcell *et al.*, 2007; Purcell, 2012; Baumann & Schernewski, 2012). La densidad de estos organismos es atribuida a factores como la eutrofización, la pesca excesiva y hasta el cambio climático (Purcell *et al.*, 2009), debido a los aumentos de temperatura, procesos de evaporación y cambios en la salinidad del mar, que afectan la producción primaria y a la abundancia del zooplancton y, por lo tanto, la cantidad de presas disponibles para estos individuos (Bordehore, 2014). Estos cnidarios se caracterizan por presentar organelos celulares especializados denominados cnidocitos, los cuales se encuentran estructural y filogenéticamente definidos por Marques & Collins (2004), Collins *et al.* (2006) y Van Iken *et al.* (2006), y son los encargados de producir los nematocistos, que son estructuras intracelulares a manera de tubo enrollado que pueden inyectar toxinas, importantes para la captura de presas y la defensa del animal (Carrette & Seymour, 2004).

En cuanto a la estacionalidad de la especie, *C. quadrumanus* se presenta desde el final de primavera/principios de verano hasta finales de verano/principios de invierno en ecosistemas templados, mientras que, en los océanos tropicales, la dinámica estacional de las comunidades es más difícil de identificar y menos pronunciada. Además, de encontrarse determinada principalmente por la influencia local de las estaciones secas y lluviosas y por los fenómenos oceanográficos regionales (Kingsford & Mooney, 2014).

En las cubomedusas su morfometría se encuentra influenciada por las presiones medioambientales, causando modificaciones heredables tanto a nivel de las características morfológicas como de su comportamiento. Los nematocistos se encuentran entre las estructuras más complejas, por lo tanto, la sobrevivencia, adaptación y éxito de estas medusas puede ser el resultado en gran medida de la evolución de estos organelos y de sus potentes toxinas (Williamson *et al.*, 1996). Además de pueden ser útiles para identificar especies e inferir el comportamiento alimentario y

ecología, o incluso estimar el tamaño del individuo (Endean & Rifkin, 1975; Williamson *et al.*, 1996; Carrete *et al.*, 2002; Collins *et al.*, 2011).

Las investigaciones e información biológica sobre la comunidad de cubomedusas en el Caribe Colombiano son escasas, lo que demuestra la necesidad de realizar investigaciones que nos permita tener conocimiento sobre la densidad, morfometría y nematocistos en la cubomedusa *C. quadrumanus*, de modo que este estudio se convierte en una línea base y guía para posteriores investigaciones.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Establecer la densidad poblacional, morfometría y las características de los nematocistos de *Chiropsalmus quadrumanus* en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Determinar la densidad poblacional de *C. quadrumanus* en el sur del golfo de Morrosquillo.
- Comparar la morfometría de *C. quadrumanus* en los diferentes puntos de muestreo en el sur del golfo de Morrosquillo.
- Describir las características de nematocistos de *C. quadrumanus* en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano.



### 3. ESTADO DEL ARTE

#### 3.1 Antecedentes

Las cubomedusas se encuentran distribuidas en todo el Caribe, son muy llamativas debido a los problemas en la pesca y la actividad turística que estas ocasionan, a pesar de esto han sido poco estudiadas y se tiene muy poca información de estos organismos. No obstante, se han hecho estudios que han servido de referencia.

Loman-Ramos *et al.* (2007) realizaron un trabajo sobre variación espacial de la comunidad de medusas en el sur del Golfo de México, durante el otoño de 1999, donde analizaron y determinaron la abundancia de medusas *Nausithoe punctata* (Kölliker, 1853) y *Euphysora gracilis* (Brooks, 1883); sus mayores abundancias se presentaron sobre la estrecha plataforma continental de los estados de Veracruz y Tabasco. La variación espacial de los componentes estructurales de la comunidad de medusas durante el otoño, estuvo relacionada con la circulación oceánica imperante sobre la plataforma continental y la disponibilidad de alimento.

Cedeño-Posso (2015) realizó una descripción de las características morfológicas de la clase Scyphozoa y Cubozoa, en la región de Santa Marta, donde se encontraron especies pertenecientes a dos clases: la clase Cubozoa representada por *Chiropsalmus quadumanus* y *Alatina* sp. y la clase Scyphozoa representada por *Chrysaora* sp., *Cassiopea* sp., *Lychnorhiza* sp. y *Stomolophus meleagris* de esta última investigación se presentó el primer registro de dos géneros de cubomedusas que se encuentran en el Caribe Colombiano.

Cedeño-Posso & Lecompte (2013) realizaron muestreos exploratorios en la región de Santa Marta, Colombia, durante el periodo comprendido entre febrero y octubre de 2009, para determinar que especies se encontraban en la región, colectaron e identificaron un total de cinco ejemplares de cubomedusas pertenecientes a la clase Cubozoa, tres del género *Chiropsalmus* (familia Chirodropida) y dos del género *Alatina* (familia Alatinidae), ambos especímenes constituyen el primer registro de cubomedusas para el Caribe colombiano.

Mejía-Sánchez & Marqués (2013) describieron la morfología de los nematocistos de *C. quadrumanus*, a través de técnicas sencillas, según varios autores la microestructura de este orgánulo está formado por ejes púas y espinas que son muy importantes como criterio taxonómico en la identificación de las especies de este grupo. De igual manera Gershwin (2006) realizó mediciones, descripciones y fotografías de las formas de los nematocistos en los órdenes Carybdeida y Chirodropida, también presenta un glosario para la terminología de nematocistos, secciones descriptivas sobre la nomenclatura y preparación de nematocistos

### **3.2 Marco Teórico**

Las medusas pertenecen al phylum Cnidaria dentro de este se pueden encontrar tres clases diferentes: Hydrozoa, Scyphozoa y Cubozoa. Las tres clases se caracterizan por su simetría radial primaria, en términos generales, por ser nadadores libres y se reconoce fácilmente por su forma típica de campana o platón invertido, con forma redondeada o cúbica y un número variable de tentáculos. Su cuerpo está constituido principalmente por agua (hasta 95%) y sólo tiene dos capas de tejido, entre las cuáles, se encuentra una sustancia gelatinosa llamada mesoglea, que le confiere volumen a su cuerpo (Ponce García *et al.*, 2013).

#### **3.2.1 Características generales de la clase Cubozoa**

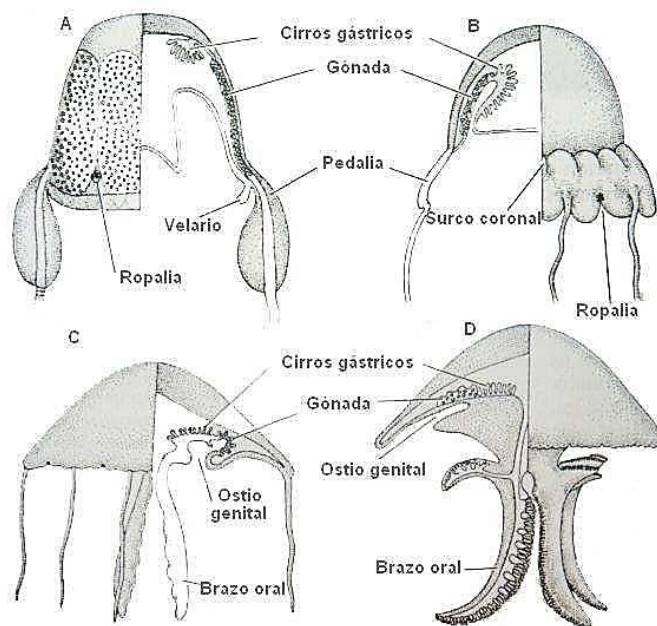
La clase Cubozoa son metazoarios diblásticos, de consistencia gelatinosa, con una estructura de sostén conocida como mesoglea, la cual separa al ectodermo del endodermo (Ruppert & Barnes, 1996; Brusca & Brusca, 2005).

Se caracterizan principalmente por la presencia de tentáculos cubiertos de estructuras urticantes llamadas cnidocitos, por no poseer cefalización, ni sistemas diferenciados para la respiración, circulación, excreción y, por la presencia de dos fases en su ciclo de vida: el pólipo (escifistoma) que es la fase asexual, bentónica y sésil, y la medusa que es la fase sexual y planctónica (Brusca & Brusca, 2005). Estas medusas tienen una mesoglea

relativamente delgada, una estructura similar al velo, llamada velario, un margen umbrelar con cuatro tentáculos interradales (Orden Carybdeida) o grupos de tentáculos (Orden Chirodropida), ubicados en estructuras palmeadas llamadas pedalia; poseen cuatro órganos sensoriales perradales, cuatro pares de gónadas situadas a lo largo del septo interradales y extendidas hacia la cavidad gastrovascular, su reproducción es estacional pasando directamente de fase polipoide a la medusa juvenil, no hay estrobilación, la mayoría de las especies son dioicas y otras son hermafroditas (Mayer, 1910).

Algunas realizan una copula en la que un espermatóforo es transferido directamente desde el macho hasta una hembra, como en el caso de *Carybdea sivickisi* (Brusca & Brusca, 2005; Lewis & Long, 2005). Habitan aguas cálidas de todos los océanos, ninguna ha sido encontrada en los polos. En ciertas épocas del año, usualmente ocho o nueve días después de luna llena, es probable encontrarlas concentradas en los arrecifes costeros (CRC Reef, 2002). El Orden Chirodropida es de gran interés científico, ya que se incluyen a las cubomedusas más peligrosas para el hombre (Kramp, 1961; Tahera & Kazmi, 2006; Daly *et al.*, 2007).

Su distribución y abundancia espacial depende de factores como: salinidad, temperatura, nutrientes, régimen de corrientes, luz, presión, tipo de reproducción, ciclo de vida, cantidad de alimento y competidores, cualquier cambio en estos puede llegar a ocasionar un crecimiento o decrecimiento de sus poblaciones (Mills, 2001).



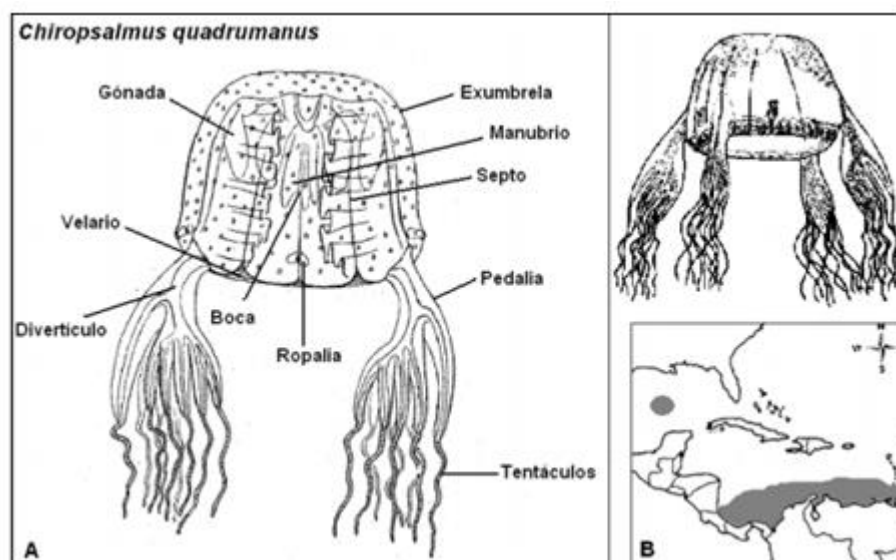
**Figura 1.** Diferentes formas de las medusas. (A) Cubomedusas (Cubozoa); (B) escifomedusa Coronatae; (C) escifomedusa Semaestomeae; (D) escifomedusa Rhizostomeae (modificado de Brusca y Brusca, 2005).

### 3.2.2 Generalidades de *Chiropsalmus quadrumanus*

*C. quadrumanus* (Müller, 1859) pertenece a la clase Cubozoa, Orden Chiropodida, Familia Chiropsalmidae, es una medusa transparente, incolora en forma de cubo en el cual su cuerpo está compuesto de un material gelatinoso con 7 a 9 tentáculos en cada pedalia formado por células urticantes, o nematocistos, que usan para capturar presas y defensa.

Actualmente, son de gran interés científico debido a que son consideradas como una de las especies más peligrosas para el hombre (Daly *et al.*, 2007). Representando un peligro real para los bañistas y pescadores en las áreas donde se encuentra, las lesiones producidas por los tentáculos *C. quadrumanus* son lo suficientemente graves para requerir atención médica (Purcell & Arai, 2009).

*C. quadrumanus* se caracteriza por presentar una forma cubica con cuatro bolsillos gástricos de cada uno se desprende hacia la cavidad umbrelar, posee cuatro ropalios a cada lado de la campana, numerosos canales en el velario y los márgenes libres de las ocho gónadas en forma de hoja sin división coloración blanca casi translúcida y blanquecina. Además, los Cnidarios se caracterizan por presentar organelos celulares especializados denominados cnidocitos los cuáles tienen como funcionalidad la captura de alimento y para su defensa (Cedeño-Posso, 2015)



**Figura 2.** (A) Esquema de *Chiropsalmus quadrumanus*; (B) distribución espacial de *C. quadrumanus* en el Caribe (modificado de Mianzan y Cornelius, 1999; Haddad, 2002).

### 3.2.3 Toxicidad

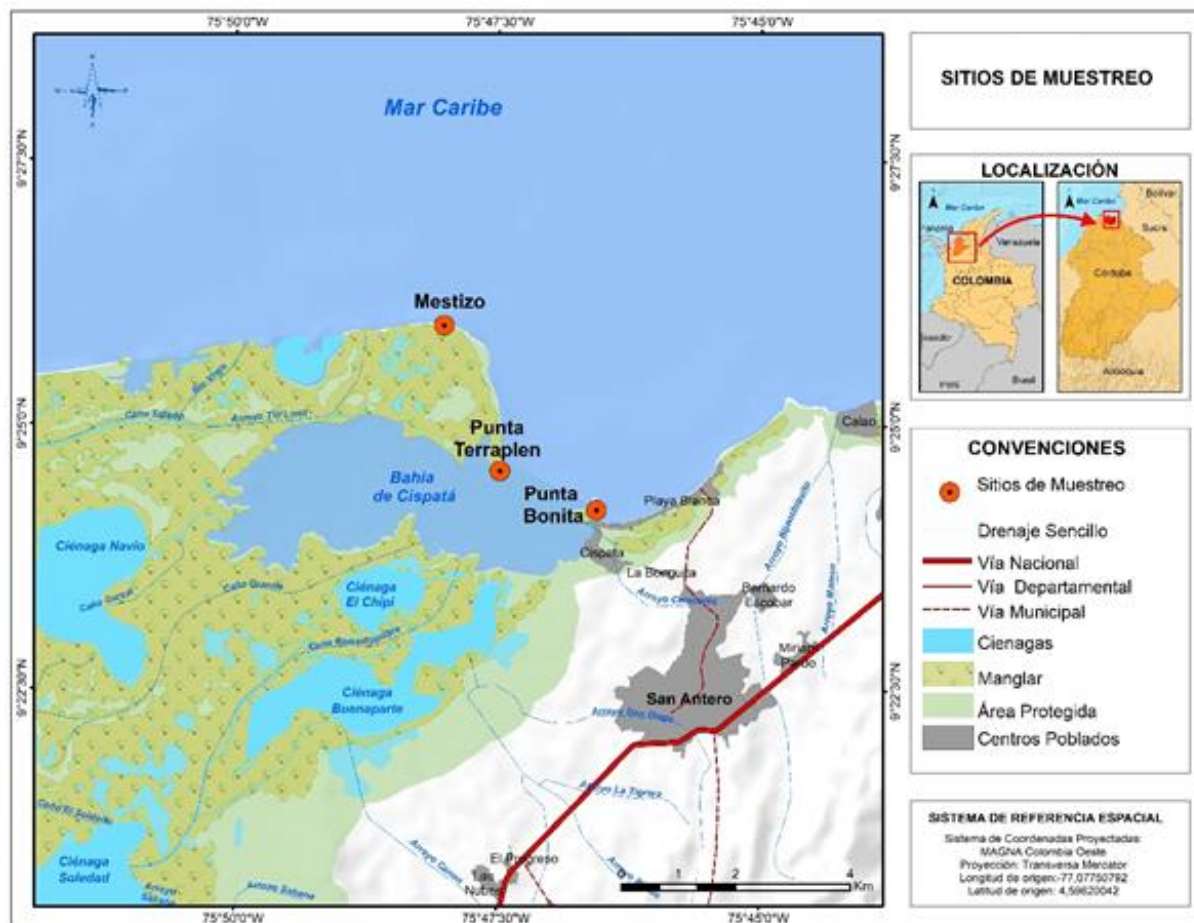
Las medusas se caracterizan principalmente por la presencia de células urticantes, los cnidocitos, las cuáles contienen un orgánulo denominado nematocisto (Marques & Collins, 2004); estas células contienen una serie de toxinas (neurotóxicas, cardiotoxinas, neurotóxicas, miotóxicas, entre otras) las cuáles están diseñadas para diferentes funciones: para defenderse de los depredadores o captura de presas (Vera *et al.*, 2004; Gasca & Loman- Ramos, 2014; Jouiaei *et al.*, 2015). El contacto accidental con estos organismos genera pequeños traumatismos seguidos de la inoculación de veneno, que

en cierta medida depende de la especie, las consecuencias que se presentan por las picaduras de medusas depende del sistema inmunológico del afectado, hoy en día las especies consideradas peligrosas superan el centenar, y la lista continúa en expansión (Mianzan *et al.*, 2005). La primera sensación en el momento de la picadura es muy similar al dolor causado por la quemadura de un cigarrillo (Gili & Nogué, 2006). La gran sobrevivencia y éxito de los Cnidarios puede ser el resultado de la evolución de los nematocistos y de sus potentes toxinas (Gasca & Loman-Ramos, 2014).

De acuerdo con Östman (2000), los nematocistos están compuestos por tres partes, la cápsula, el eje (base o extremo; la sección rígida y engrosada primero sale la cápsula) y el túbulo (la sección larga, flexible y estrecha que se extiende más allá del eje). En los cubozoos, son comunes tres categorías principales de nematocistos: Euryteles, Mastigóforos e Isorhizas. Estos nombres también tienen un poco más de sentido cuando uno comprende sus orígenes. Eurytele se traduce como "Eje ensanchado distalmente", Mastigophora se traduce como "portador de látigo" e Isorhiza se traduce como "Raíz igual", en referencia a los nematocistos en los que falta un eje engrosado y el túbulo es de igual diámetro en todo. Los nombres con "trich" se refieren a la espina, es decir, atricous (sin espinas), holotrichous (completamente cubierto con espinas del mismo tamaño), heterotrichous (espinas de diferentes tamaños), basitrichous (espinas solo en la base), merotrico (espinas solo en el medio) y apotrico (espinas solo al final).

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Área de estudio



**Figura 3.** Área de estudio y localización de los sectores de muestreo en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano.

El sur del golfo de Morrosquillo, se localiza entre los  $9^{\circ} 24' 34.29''$  N y  $45^{\circ} 20.95''$  W. El régimen de precipitación, está ajustado a un patrón unimodal-biestacional, presentando una época seca (diciembre a marzo) y una época de lluvia (abril a noviembre); sin embargo, en el mes de julio se presenta un descenso de las lluvias (INVEMAR, 2010). El área se caracteriza por tener incidencia directa de la bahía de Cispatá, antigua desembocadura del río Sinú la geomorfología del litoral indica que es una zona deltaica que ha recibido todos los sedimentos del río Sinú (Castaño, 2002). Se define por poseer

un sustrato conformado en su mayoría, por sedimentos finos y muy finos, y algunos depósitos coralinos, por lo general presenta un micro relieve plano, el cual no supera los diez metros de profundidad (Rojas & Sierra-Correa, 2010). La temperatura del agua superficial oscila entre los 26.5 y 33°C y tiende a aumentar con dirección a la costa, y la salinidad entre 26.5 y 35 ups, la cual aumenta en dirección contraria a la temperatura (Molina *et al.*, 1994; Gulf, 2004).

## **4.2 Fase de campo**

Se realizaron muestreos mensuales desde diciembre de 2018 hasta junio de 2019 en los que se establecieron tres puntos de muestreos con el fin de estimar la densidad poblacional de *C. quadrumanus* los cuáles fueron: Punta Bonita (76°0'27,279" N - 9°21'31,983" W), Punta Terraplén (75°47'28,73" N - 9°24'34,2" W ) y Punta Mestizos (75°48'0,94" N - 9°25'56,53" W) (Figura 3). Los puntos fueron establecidos y frecuentados dependiendo de la preferencia de los pescadores de la región, las muestras se colectaron como parte de la pesca acompañante de los arrastres mar adentro de chinchorro con dirección a la costa, con una distancia de 300 m de largo, 6 m de ancho y un ojo de malla de 1 cm (Anexo D).

Los datos ambientales que se tuvieron en cuenta para el estudio fueron salinidad, la cual se tomó por medio de un refractómetro BIO-MARINE, modelo ABMTC calibrado con agua destilada para la lectura de datos y la temperatura superficial del mar con un termómetro portátil HANNA HI 8314. Luego se realizó la colecta manual de los especímenes los cuáles fueron contabilizados *in situ* y depositados en frascos plásticos para su posterior preservación en solución de formalina al 4% en agua de mar, con un recambio después de dos semanas para una mayor fijación (Dawson, 2009) (Anexo E). Posteriormente, los individuos fueron transportados en una nevera de icopor hasta el laboratorio de Zoología de la Universidad de Córdoba para su posterior descripción morfométricas y estudio de nematocistos.



#### **4. 3 Fase de laboratorio**

Los ejemplares recolectados en campo, se observaron detalladamente con uso de un estereoscopio, posteriormente se tomaron medidas tales como longitud y ancho de la umbrela, numero de tentáculos por pedalia, número del ropalio, distancia ropalio-margen, longitud de pedalia y apariencia externa de la umbrela, así como su coloración y textura (Cedeño-Posso, 2015). Seguido de esto, los individuos fueron trasladados al Laboratorio de Microscopía del Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba, los cuáles fueron ubicados en una caja de Petri con formol al 4% en el estereoscopio Carl Zeiss Stan 2000 (Canon 16x zoom), donde fueron fotografiadas cada una de las partes antes mencionadas.

En cuanto a la preparación y estudio de nematocistos se tomaron diez especímenes preservados, los cuáles fueron trasladados al Laboratorio del Zoología, donde se realizaron cortes en el tejido tentacular de 1 mm, posteriormente se dejaron sumergidos en una gota de saliva por 5 minutos como método de hidratación y activación de los nematocistos. Esta muestra tentacular se colocó en un portaobjeto de vidrio, se cubrió con un cubreobjetos, se aplasto suavemente y luego se observó bajo microscopio óptico con cámara fotográfica integrada utilizando el objetivo de 40X y objetivo de inmersión en 100X, por último se utilizó el software Axio Visión Rel 4.8 ( Anexo H), para realizar las medidas de los nematocistos, los cuáles se examinaron, contaron, fotografiaron y se identificaron por medio de la guía de Mariscal (1974), Calder & Peters (1975), Östman (2000) y la metodología adaptada de Gershwin (2006).

#### 4.4 Análisis de datos

Con los datos obtenidos se procedió a realizar matrices en la hoja de cálculo Microsoft Excel ® 2016. Posterior a esto se realizó estadística descriptiva.

La densidad poblacional fue estimada en los sectores de muestreo durante los meses estudiados, empleando la fórmula:  $D = N_i/A_i$ . Donde,  $N_i$  es el número total de individuos por punto y  $A_i$  es el área total ( $m^2$ ) de cada punto muestreado

Posteriormente evaluaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad en todas las variables como lo fueron temperatura, salinidad, longitud de umbrela, ancho de umbrela, número de tentáculos por pedalia, distancia ropalio- margen y longitud de pedalia usando los test de Lillieford y levenne, luego se realizó un ANOVA de Kruskal-Wallis con el fin de determinar si existían diferencias estadísticamente significativas de la variable de densidad entre los sectores y meses de estudio, con sus respectivas comparaciones múltiples por pares usando la prueba de Dunn, además se realizó el test de correlación de Spearman para cada variable

Seguido se determinó la similitud de los sectores de acuerdo con la morfometría para evidenciar la formación de grupos, se realizó un dendrograma de UPGMA, seguido a esto se elaboró el ACC (análisis de correspondencias canónicas) en el programa R versión 3.6.1 2019 para establecer la relación de todos los sectores con las variables ambientales y morfométricas.

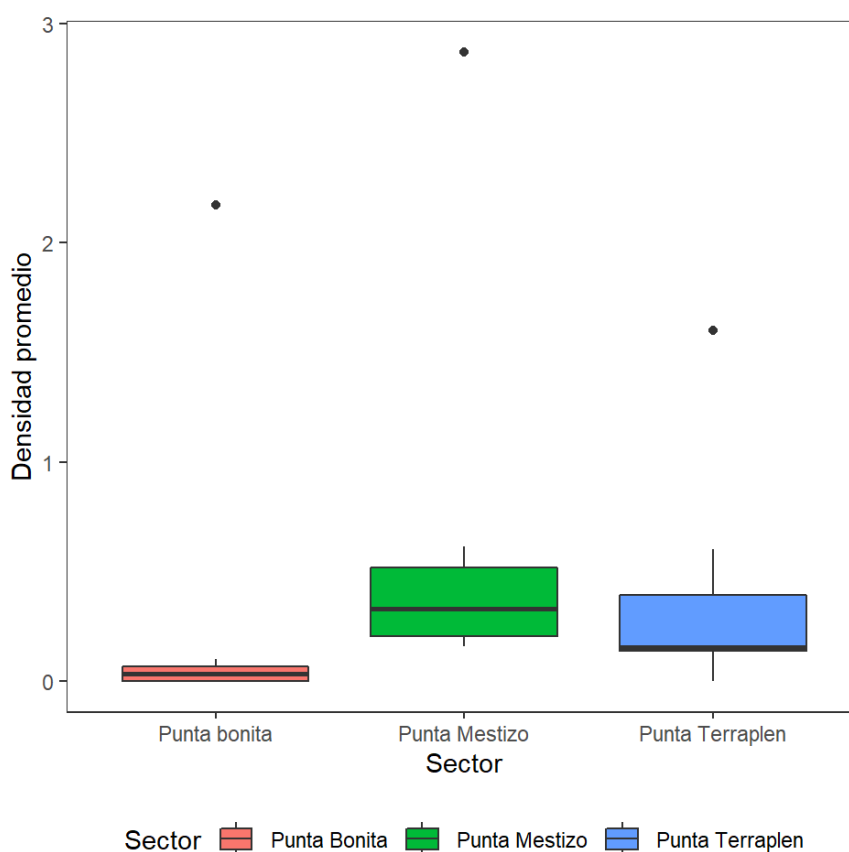
Con el fin de determinar el número y tamaño de nematocisto se realizó un análisis descriptivo donde se indicó el porcentaje de abundancia.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Densidad poblacional de *C. quadrumanus*

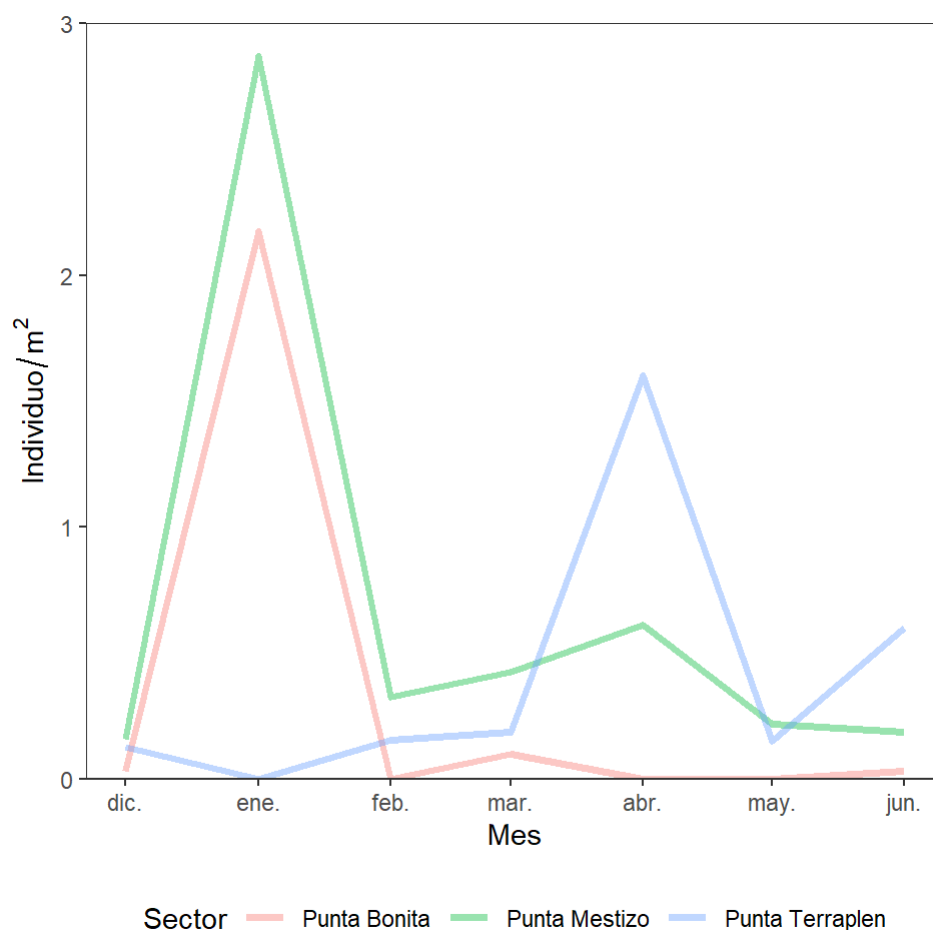
Se establecieron los muestreos entre los meses de diciembre de 2018 y junio de 2019, en tres sectores, registrándose un total de 2991 individuos de *C. quadrumanus*, de los cuáles 1439 corresponden al sector de Punta Mestizo, Punta Terraplén con 845 y por último Punta Bonita con 707, presentando menor número de individuos.

La densidad de *C. quadrumanus* al sur del golfo de Morrosquillo durante los meses de estudio mostró que en el sector de Punta Mestizo presentó una mediana de  $0.32 \pm 0.97$ , en Punta Terraplén fue de  $0.15 \pm 0.56$  y en Punta Bonita fue de  $0.03 \pm 0.81$ , siendo Punta Mestizo donde se registró las mayores densidades (Figura 4).



**Figura 4.** Densidad promedio de *C. quadrumanus* en los tres sectores establecidos al sur del golfo de Morrosquillo (Córdoba).

A nivel espacio-temporal el sector de Punta Mestizo mostró la densidad más alta en los meses de enero y abril, Punta Terraplén la registró en abril y junio, mientras que Punta Bonita presentó el mayor valor en el mes de enero. No obstante, los mínimos valores de densidad se obtuvieron en los meses de diciembre, marzo y junio en el sector de Punta Bonita, hay que destacar que durante los meses de febrero, abril y mayo no se registraron individuos para este mismo sector; esto mismo sucedió en Punta Terraplén durante el mes de febrero (Figura 5). No se registraron diferencias estadísticamente significativas entre la densidad promedio de cubomedusas y los meses de muestreo (Kruskal-Wallis,  $p$ -valor= 0.83).

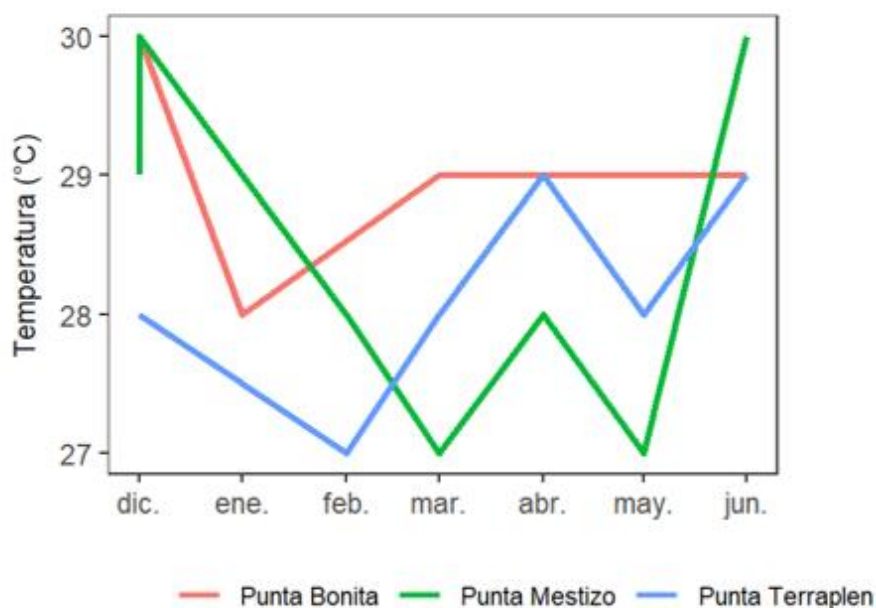


**Figura 5.** Comportamiento espacio-temporal de la densidad de *C. quadrumanus* en los tres sectores establecidos al sur del golfo de Morrosquillo (Córdoba).

## 5.2 Variables ambientales

A nivel general la variable temperatura presentó una mediana de  $28.0 \pm 0.95$  °C; sin embargo, el comportamiento se expresó diferente de acuerdo a los sectores, Punta Bonita presentó la mayor temperatura con una mediana de  $29.0 \pm 0.64$  °C con un mínimo y un máximo de 28 y 30 °C respectivamente, seguido de Punta Mestizo con una mediana de  $28.0 \pm 1.15$  °C con un mínimo de 27 y un máximo de 30 °C y Punta Terraplén con una mediana de  $28.0 \pm 0.69$  °C con un mínimo 27°C y un máximo 29°C. La prueba de Kruskal-Wallis mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la temperatura promedio y los sectores de estudio (p-valor= 3.70).

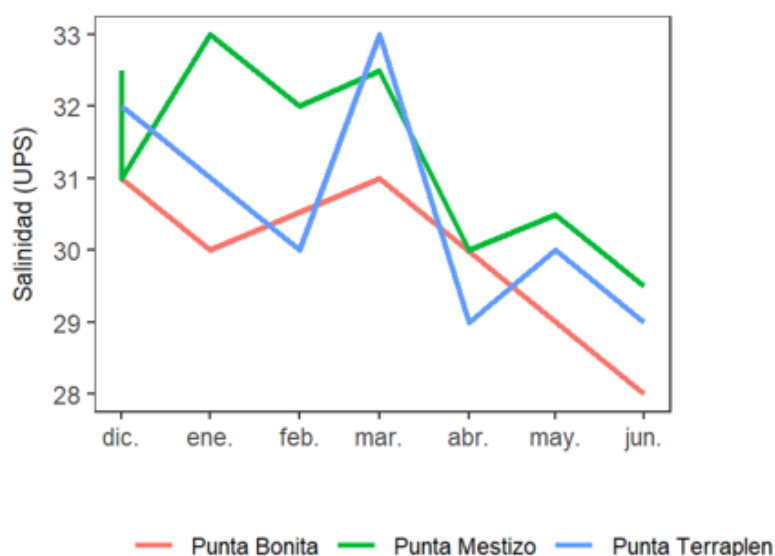
La variación temporal de la temperatura en el sector de Punta Bonita mostró los mayores valores en el mes de diciembre y el menor valor en enero; Punta Mestizo presentó mayor temperatura en junio y los menores valores en los meses marzo y mayo; Punta Terraplén mostró en el mes de abril y junio los mayores valores y el menor valor en febrero (Figura 6).



**Figura 6.** Variación de la temperatura durante los meses de muestreo en cada uno de los sectores de estudio al sur del golfo de Morrosquillo (Córdoba).

La salinidad registró una mediana de  $30.5 \pm 1.38$  ups a nivel general; Punta Mestizo mostró la salinidad más alta con una mediana de  $30.1 \pm 1.22$  ups un mínimo de 29.5 y un máximo de 33.0 ups; Punta Terraplén obtuvo una mediana de  $30.0 \pm 1.51$  ups con un mínimo de 29 y máximo de 33 ups. Sin embargo, Punta Bonita presentó la salinidad más baja con una mediana de  $30.2 \pm 1.18$  ups un mínimo de 28.0 y un máximo de 31.0 ups. La prueba de Kruskal-Wallis indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la salinidad promedio y los sectores de estudio (p-valor= 1.54).

Punta Bonita registró el mayor valor de salinidad en los meses de diciembre y marzo, mientras que el menor valor se presentó en junio y enero; Punta Mestizo mostró el mayor valor en los meses de enero y marzo, mientras que en los meses de abril y junio obtuvo el menor valor (Figura 7).

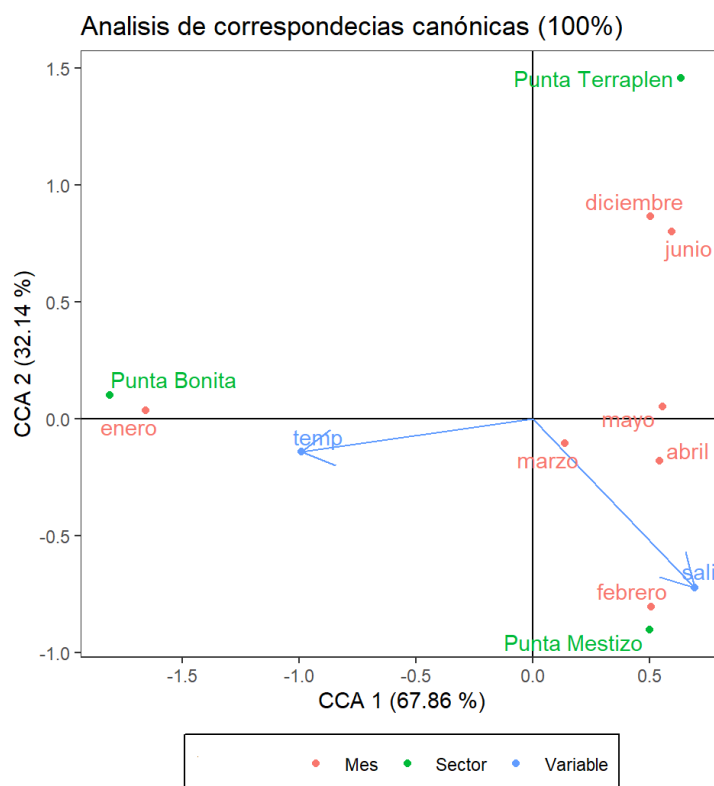


**Figura 7.** Variación de la salinidad durante los meses de muestreo en cada uno de los sectores de estudio al sur del golfo de Morrosquillo (Córdoba).

### 5.2.1 Análisis de correspondencias canónicas (ACC) de variables ambientales

En el análisis de correspondencias canónicas (ACC) con una representación de la varianza del 100%, indica que la salinidad se asoció con los meses en marzo, abril y febrero que corresponden a la época seca en Punta Mestizo, valores intermedios de salinidad se asocian con junio y diciembre en Punta Terraplén, mientras que para Punta Bonita según el ACC no se afecta de forma significativa en el mes de enero.

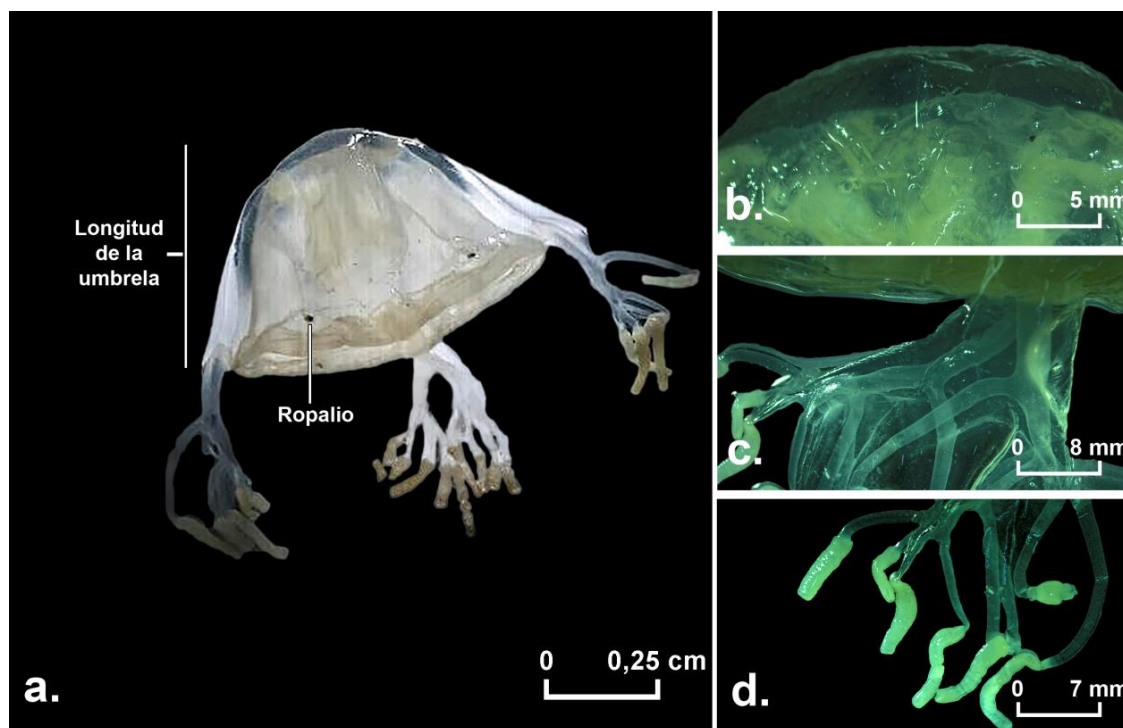
De acuerdo al ACC la temperatura presentó los menores valores se presentaron en Punta Terraplén, en los meses de diciembre, junio y mayo, sin embargo, Punta Mestizo en los meses de febrero, marzo, abril y Punta Bonita en el mes de enero presentaron una temperatura medianamente alta ya que estos meses pertenecen a la época seca (Figura 8).



**Figura 8.** Análisis de correspondencias canónicas de las variables ambientales y su relación significativa con los meses y sectores.

### 5.3 Morfometría de *Chiropsalmus quadrumanus*

Se registró un total de 300 observaciones morfométricas de los individuos, los cuales 130 pertenecen al sector de Punta Mestizo, 120 a Punta Terraplén y 50 a Punta Bonita.



**Figura 9.** Vista en estereoscopio de la especie *C. quadrumanus* a) ropelio (órgano sensorial); longitud de umbrella b) ancho de umbrella c) pedalia ramificado con d) siete tentáculos, fotografía: Ladis Negrete, Leidy Teherán.

En cuanto a las características morfométricas, la longitud de umbrella presentó una mediana de  $28 \pm 6.51$  mm; en cuanto a los sectores la mayor longitud se observó en Punta Mestizo  $29 \pm 5.82$  mm, mientras que la menor longitud se presentó con una mediana similar en los sectores de Punta Terraplén  $27 \pm 7.63$  mm y Punta Bonita con  $27 \pm 4.77$  mm.

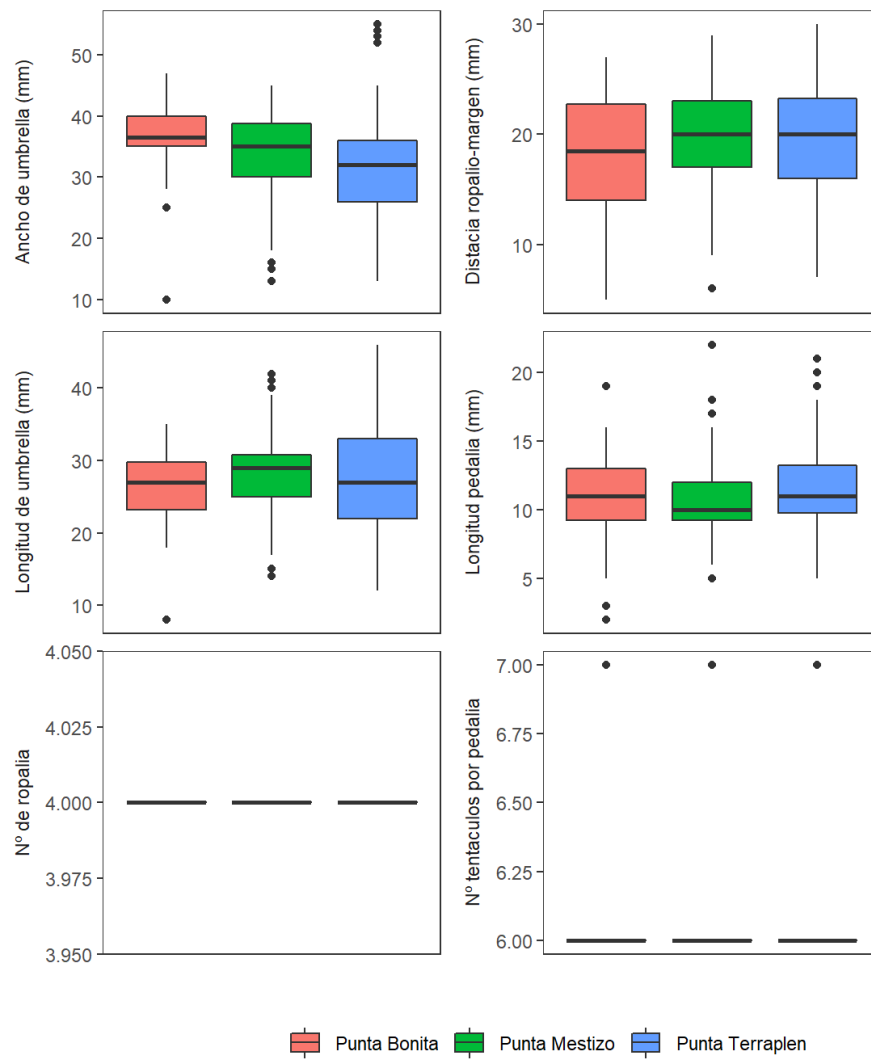
El Ancho de umbrella presentó una mediana de  $35.0 \pm 7.05$  mm; en cuanto a los sectores Punta Bonita presentó el mayor ancho de umbrella con  $36.5 \pm 5.81$  mm, seguido de Punta Mestizo  $35.0 \pm 6.42$  mm y el menor Punta Terraplén  $32.0 \pm 7.83$  mm.



Distancia ropalio-margen mostró una mediana de  $20.0 \pm 4.64$  mm para los tres sectores, donde en Punta Terraplén y Punta Mestizo presentaron los mayores valores con una mediana similar de  $20.0 \pm 4.19$  mm, mientras que Punta Bonita obtuvo los menores valores con una mediana de  $18.5 \pm 5.07$  mm.

Longitud de pedalia presentó una mediana de  $11.0 \pm 3.23$  mm en general para los tres sectores, en el cual Punta Bonita y Punta Terraplén mostró los valores mayores con una mediana de  $11.0 \pm 3.23$  mm en ambos sectores y Punta Mestizo presentó el menor valor con una mediana de  $10.0 \pm 2.75$  mm.

Con respecto al número de tentáculo por pedalia y el número de ropalios, presentaron de manera general una mediana  $0.6 \pm 0.36$ mm, estas variables fueron constantes por lo que, en los tres sectores no se registraron diferencias estadísticamente significativas (Kruskal-Wallis, p-valor=0.18).



**Figura 10.** Medidas morfométricas de *C. quadrumanus* en los diferentes sectores de estudio.

En cuanto a las características morfométricas por sector, el número de tentáculos por pedalia mostró que Punta Terraplén se asocia con Punta Bonita ( $p\text{-valor}=0.03$ ), mientras que Punta Bonita no se relaciona con Punta Mestizo ( $p\text{-valor}=0.11$ ), lo mismo ocurre con Punta Terraplén y Punta Mestizo ( $p\text{-valor}=0.20$ ). Es importante anotar que la prueba de Kruskal-Wallis no arrojó diferencias estadísticamente significativas entre el número de tentáculos por pedalia promedio y los sectores de estudio ( $p\text{-valor}=0.18$ ).

En la distancia ropalio-margen el sector de Punta Bonita se asocia con Punta Mestizo ( $p\text{-valor}=0.01$ ), pero Punta Terraplén difiere de Punta Bonita ( $p\text{-Valor} = 0.06$ ) asimismo Punta Mestizo de Punta Terraplén ( $p\text{-valor}=0.24$ ) por lo que se presentaron diferencias estadísticamente relevantes en cuanto a los sectores estudiados (Kruskal-Wallis,  $p\text{-valor}=0.12$ ).

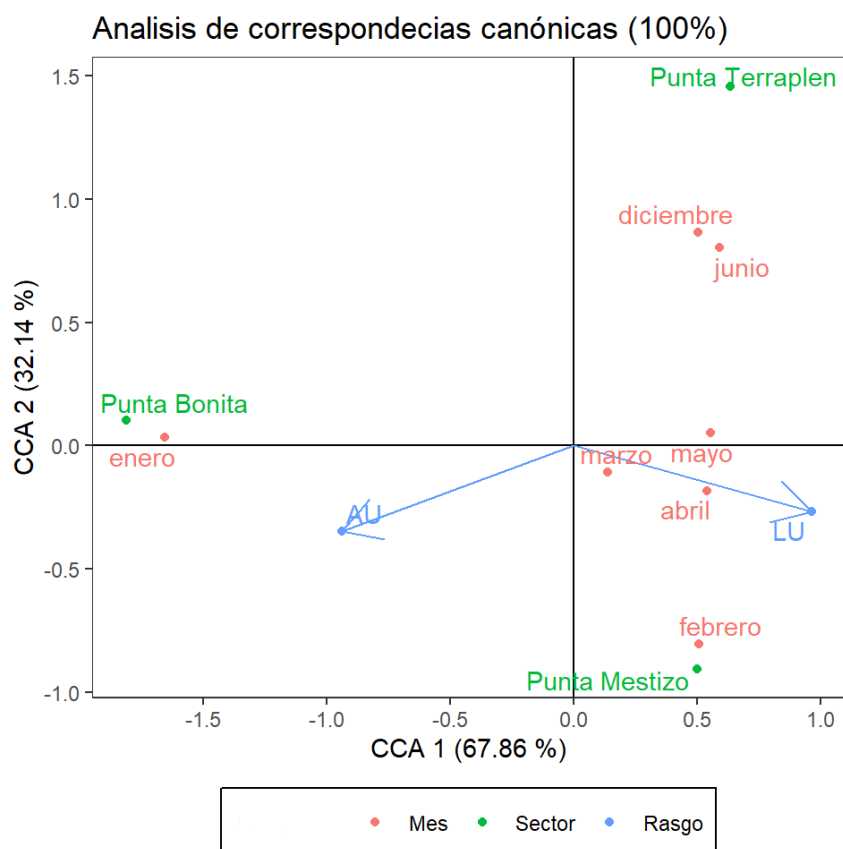
La longitud de pedalia evidencio que el sector de Punta Bonita no se relaciona con Punta Mestizo ( $p\text{-valor}=0.34$ ), Punta Terraplén no difiere de Punta Bonita ( $p\text{-valor}=0.28$ ) y Punta Mestizo no difiere de Punta Terraplén ( $p\text{-valor}=0.09$ ). Por lo que no se presentó alguna relación entre los sectores, (Kruskal-Wallis,  $p\text{-valor}=0.43$ ).

El ancho de umbrela, presentó una relación entre los sectores de Punta Bonita y Punta Mestizo ( $p\text{-Valor}=0.02$ ) al igual que en los sectores de Punta Terraplén con Punta Bonita ( $p\text{-Valor}=0.01$ ) y Punta Mestizo con Punta Terraplén ( $p\text{-valor}=0.02$ ), presentando diferencias significativas entre los sectores (Kruskal-Wallis,  $p\text{-valor}=0.0001$ )

La longitud de umbrela presentó una asociación entre los sectores de Punta Bonita y Punta Mestizo ( $p\text{-valor}=0.05$ ), mientras que en los sectores de Punta Terraplén y Punta Bonita no presentaron diferencias ( $p\text{-valor}=0.08$ ) asimismo Punta Mestizo y Punta Terraplén no presentaron diferencias (Dunn,  $p\text{-valor}=0.06$ ). Por lo anterior no se mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los sectores de estudio (Kruskal-Wallis,  $p\text{-valor}=0.03$ ).

### 5.3.1 Sectores vs medidas morfométricas

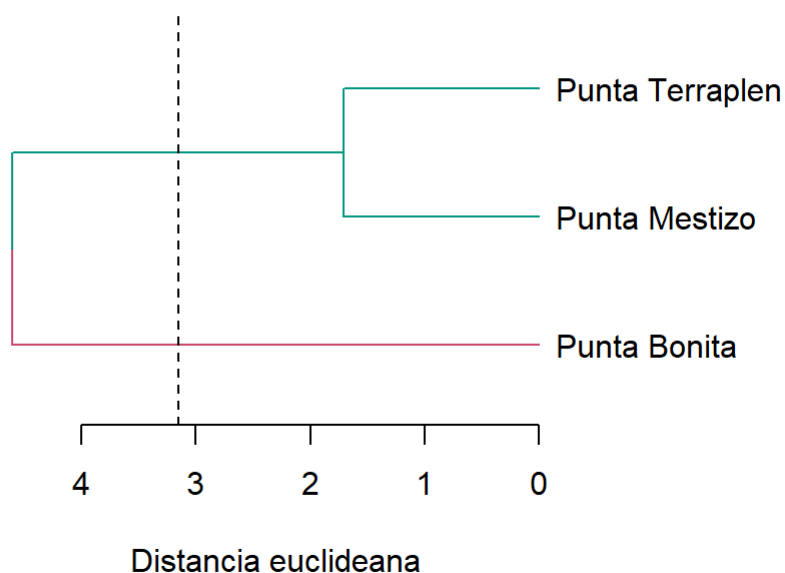
En el análisis de correspondencias canónicas (ACC) con una representación de la varianza del 100%, registró variación en la longitud de umbrela presentándose los mayores valores en el sector de Punta Mestizo en los meses de febrero, marzo y abril, seguido de Punta Terraplén en el mes de mayo, junio y diciembre, sin embargo; en Punta Bonita se registró los menores valores de la longitud de umbrela en el mes de enero. Con respecto al ancho de la umbrela se presentó los menores valores en el sector de Punta Terraplén en los meses de mayo, junio y diciembre (Figura 11).



**Figura 11.** Análisis de correspondencias canónicas de los rasgos morfométricos de *C. quadrumanus* y su relación significativa con los meses y sectores.

### 5.3.2 Análisis de clasificación

En el dendrograma de los sectores estudiados mostró una tendencia a la formación de dos grupos según los rasgos morfométricos, el primer grupo está conformado por Punta Mestizo y Punta Terraplén, los cuales se encuentran estrechamente relacionados con una distancia euclídeana de 1.7, mientras que estos difieren de Punta Bonita con una distancia euclídeana de 4.5 (Figura 9).



**Figura 12.** Dendrograma UPGMA de la relación de los sectores en cuanto a los rasgos Morfométricos de *C. quadrumanus* con respecto a los sectores de estudio.

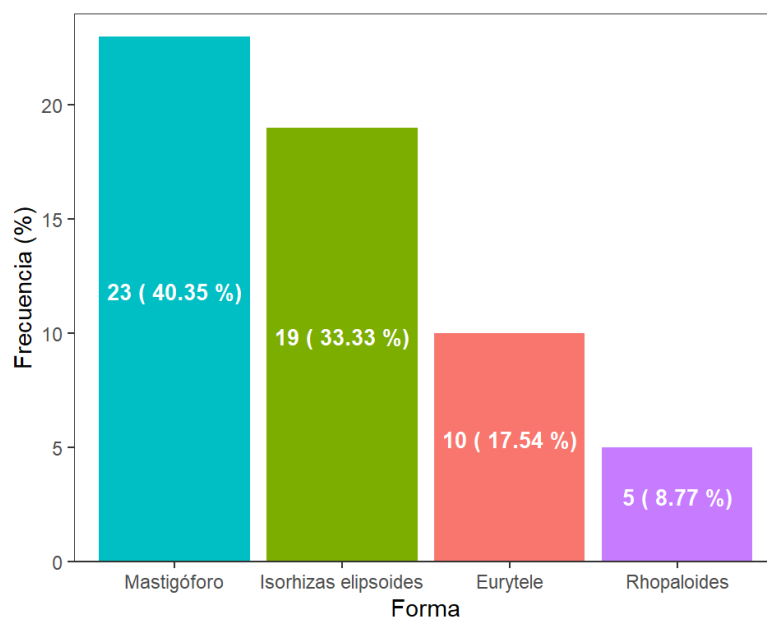
### 5.3.3 Correlación con las variables ambientales (Rho)

Se logró evidenciar que las siguientes variables presentaron relaciones significativas, donde longitud de umbrela y longitud de pedalia presentaron una ligera relación inversa con la temperatura (Spearman,  $Rho=-0.16$ ,  $p\text{-valor}=0.005$ ), mientras que el ancho de umbrela, numero de tentáculos por pedalia y distancia ropalio margen, presentaron una relación directamente proporcional con la temperatura (Spearman,  $Rho=0.16$ ,  $p\text{-valor}=0.004$ ).

Con respecto la salinidad esta mostró una relación directamente proporcional con el número de tentáculos por pedalia, longitud de pedalia y ancho de umbrela (Spearman,  $Rho=0.03$ ,  $p\text{-valor}=0.56$ ). Sin embargo, la distancia ropalio-margen y longitud de umbrela presentaron una relación inversa con la salinidad (Spearman,  $Rho=-0.09$ ,  $p\text{-valor}=0.11$ ).

### 5.4 Estudio de nematocistos

En el estudio de nematocistos de *C. quadrumanus*, se logró evidenciar diferentes formas, en los que mastigóforos presentó el 40.35%, isorhizas elipsoides el 33.33%, eurytele el 17,54% y rhopaloides 8.77 % (Figura 13).



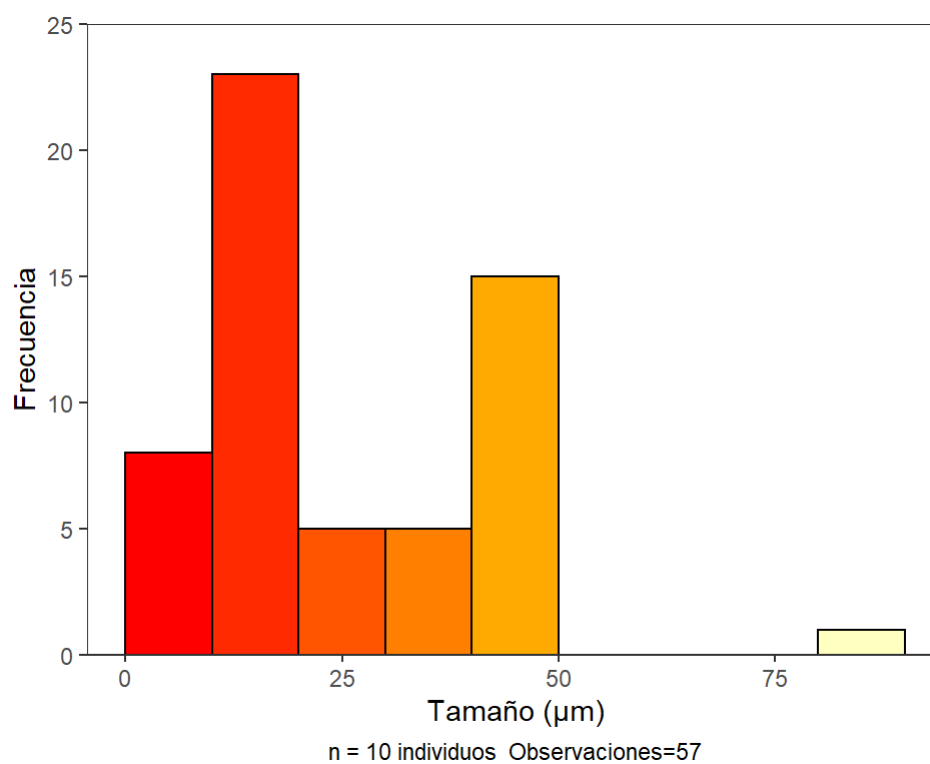
**Figura 13.** Frecuencia de las diferentes formas de nematocistos presentes en *C. quadrumanus*.



**Figura 14.** Nematocistos tentaculares de *Chiropsalmus quadrumanus* a) Eurytele no descargado b) Isorhizas elipsoides no descargada (derecha) y descargada (izquierda) c) Mastigóforos no descargado d) Rhopaloides no descargado, fotografías: Geraldine Castro.

#### 5.4.1 Tamaño de nematocitos en *C. quadruamanus*

Con respecto a los tamaño de los nematocistos de *C. quadruamanus*, se observó que los valores más representativos se obtuvieron entre 10 a 20  $\mu\text{m}$ , seguido de 40 a 50  $\mu\text{m}$ , no obstante, el valor menos representativo fue de 80 a 90 (Figura 15).



**Figura 15.** Frecuencia del tamaño de los nematocistos ( $\mu$ ) de *C. quadruamanus*



## 6. DISCUSIÓN

### 6.1 Densidad población de *C. quadrumanus*

Este estudio mostró que la densidad de *C. quadrumanus* se ve influenciada por los sectores de estudio, los cuales se caracterizan por presentar una dinámica que está estrechamente influenciada por el antiguo delta del río Sinú (Patiño & Flórez, 1993). En el que factores como la gran variedad de ecosistemas de pastos marinos, parches arrecifales, bosques de manglar y fondos blandos con vegetaciones mixtas (Quirós-Rodríguez, 2015), pueden explicar la presencia de esta cubomedusa en el área de estudio.

La mayor densidad de *C. quadrumanus* se registró en el sector de Punta Mestizo debido a que estas se caracterizan por estar presentes en zonas con gran disponibilidad de alimento y ambientes con formación de terrazas coralinas y elevaciones del terreno por acción volcánica (Patiño y Flórez, 1993); esta condición proporciona un sustrato fango arenoso importante para el establecimiento de gran variedad de algas bentónicas e invertebrados marinos (Quirós, 2009). Sin embargo, Punta Bonita mostró los valores más bajo de densidad debido a que no se presenta un ambiente óptimo para el desarrollo de las cubomedusas, ya que está formado por un sustrato arenoso calcáreo, con presencia de espolones artificiales y pequeños parches de *Syringodium filiforme* (Nisperuza *et al.*, 2018). El material arenoso y la poca vegetación que constituye el sustrato, pueden ser factores influyentes en la densidad de individuos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Canepa *et al.* (2017) en donde sectores de fondos arenosos asociados a parches de pastos marinos y algas mostraron las mayores abundancias de cubozoos, y aquellas zonas con fondo duro y comunidad de algas fotofílicas expresaron los valores de abundancia más bajos.

Se evidenció que la mayor densidad de *C. quadrumanus* se dio en los meses de enero a principios de abril ya que la ocurrencia de esta cubomedusa se da durante la época seca puesto a su preferencia a ambientes salobres y fondos fango arenosos para su reproducción, desarrollo y su alimentación (Seymour *et al.*, 2002). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Cedeño-Posso (2010) quien registró la presencia de *C. quadrumanus* en la bahía de Santa Marta, durante los meses de febrero y marzo, los cuales corresponden a la época seca del año, los cuales se caracterizan por presentar temperaturas entre 22.4 y 25.9°C, debido a que esta playa se ve influenciada por las aguas salobres de la ciénaga grande de Santa Marta (INVEMAR, 2000).

#### **6.1.1 Variables ambientales**

Las concentraciones de salinidad registradas en los diferentes meses de estudio, se relacionaron las mayores densidades de cubomedusas, debido a que en época seca se presentan pocos aportes fluviales y mayor evapotranspiración, elevándose la concentración de la salinidad propicia para el desarrollo de *C. quadrumanus*. Por otro lado, con la llegada de las lluvias, a partir de mayo hasta diciembre los valores de salinidad se reducen en el área de estudio principalmente por el aumento de las precipitaciones, lo cual se relaciona con la baja abundancia y tallas más grandes de la especie en los sectores de estudio. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Bordehore (2014). Es importante anotar que la temperatura se relaciona de manera inversa a la salinidad, por lo que estas dos variables resultan fundamentales en abundancia y morfología de la especie en el área de estudio. Punta Mestizo y Punta Bonita se caracterizaron por presentar temperaturas superficiales del agua entre los 27 y 30°C en la época seca, lo cual favorece la presencia de *C. quadrumanus* en estas zonas. Sin embargo, Punta Terraplén presentó los mayores valores de temperatura en meses de transición y lluvias, relacionándose con menor densidad de la especie (Richardson *et al.*, 2009).

## 6.2 Morfometría de *Chiropsalmus quadrumanus*

Mediante el análisis de características morfométricas de *C. quadrumanus*, se observó que la longitud de umbrela se presentó en mayor valor en el sector de Punta Mestizo y Punta Terraplén en los meses de época seca, las medidas adquiridas generalmente se obtuvieron de tallas pequeñas de cubozoos, por lo cual, se puede atribuir a que estas presentaron una umbrela generalmente más esférica con una longitud más variable, en estadios juveniles (Bordehore, 2014), estas zonas se caracterizan generalmente por ser salobres, presentar un ambiente óptimos para su desarrollo, alimentación (Matsumoto, 1995) lo que puede explicar la variación en la longitud de umbrela en los sectores de estudio.

Con respecto al ancho de la umbrela está presentó su máximo valor en el sector de Punta Bonita en el mes de enero, el cual hace parte de la época seca; en este sector se registraron tallas más grandes de cubomedusas, las cuales presentaban una umbrela en forma de cubo definida, esta característica en general se presenta en su fase adulta, debido a esto su ancho varia a medida en que la medusa madura, cuando alcanza su desarrollo migran a zonas costeras donde se desplazan independientemente en las corrientes con mayor facilidad gracias a la contracción muscular desarrollada para su movimiento (Kingsford & Mooney, 2014).

En relación con la longitud de la pedalia, esta registró un promedio de 26 mm de diámetro, lo cual hace referencia a los cubozoos de tallas grandes que pueden tener entre 15 mm y 40 mm de longitud de pedalia, estas medidas pueden variar dependiendo de los estímulos externos percibidos, retrayéndose cuando encuentran obstáculos o por ciertas variables ambientales como la temperatura y salinidad (Bordehore, 2014). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Bordehore (2014), el cual comparó las mediciones morfométricas de *Carybdea marsupialis* con sus etapas de desarrollos en el Mediterráneo.

En cuanto al número de tentáculos y de ropalios, estos son caracteres constantes y no presentaron ninguna diferencia significativa, además son de gran importancia en la

identificación de la especie debido a que todas las cubomedusas tienen cuatro ropalios a cada lado de la campana y nichos ropaliareos en forma de triángulo (Gershwin & Dawes, 2008; Kozmik *et al.*, 2008).

### **6.3 Estudio de nematocistos**

En este estudio se logró evidenciar diferentes tipos de nematocistos, de los cuales los Mastigóforos que es un tipo de nematocistos de clase penetrante, ya que contienen el componente letal de veneno para la captura de presas (Endean & Rifkin, 1975; Rifkin & Endean, 1983) la proporción de los tres tipos de nematocistos se relaciona según el tipo de presa (Carrete *et al.*, 2002). El aumento en la proporción general de los Mastigóforos como se pudo evidenciar, representa un aumento en la cantidad de su veneno que es necesario para someter a los vertebrados, en comparación con las presas de invertebrados. Las Isorhizas elipsoides, siendo el segundo más observado, este tipo de nematocisto son adhesivos en la naturaleza, esta adhesión se logra ya que es un método de enredo a través de un eje en espiral, no poseen espinas pero están rellenos de una secreción que ayuda para la adhesión del tentáculo, es importante ya que este mecanismo ayuda a que el tentáculo se agarre a la piel o a la cutícula de la presa o víctima sin darle oportunidad de escapar (Williamson *et al.*, 1996). Eurytele el cual se presentó en menor proporción, debido al hábito alimenticio de la cubomedusas, estos nematocistos son penetrantes e inyectores y parecen entrar como un gancho al contacto con el tegumento y como poseen grandes espinas en la parte basal del túbulo funcionan como un arpón que penetra arrastrando el tegumento de la presa para lograr un contacto más cercano con el tentáculo (Rifkin & Endean, 1983). Los Rhopaloides cumplen la misma función que Eurytele, pero su nombre alude a su forma de balón de fútbol americano (Gershwin, 2006), que es una categoría de nematocistos, con el eje de diámetro desigual y estos son muy raros de encontrar debido a su forma (Östman, 2000). Las zonas de estudio se caracterizaron por presentar condiciones de alta productividad, estas presentan cuerpos de aguas, en su mayoría se encuentran rodeados de manglar, cuyos aportes de materia orgánica son base de la productividad y las características

ambientales tales como la temperatura y la salinidad del agua son cambiantes y sujetas a la hora, marea y la época del año (Day & Yañez-Arancibia, 1985; Corpes, 1992).

Las cubomedusas se alimentan de peces, crustáceos y sus larvas que en su mayoría se presentan en este tipo de zonas (Nogueira & Haddad, 2008), estas utilizan potentes toxinas para capturas a la presa y evitar que escape, teniendo de ventaja a los nematocistos que dependiendo de su presa los utiliza en mayor proporción para facilitar su captura por medio de los tentáculos (Goggin *et al.*, 2004), en época de lluvia por medio de las corrientes las larvas y juveniles de camarones van hacia las aguas costeras como Punta Bonita, por la cual las cubomedusas recién desarrolladas que se encontraban en zonas estuarinas se dirigen hacia aguas más profundas a terminar su desarrollo; es por esta razón al comenzar la época seca se encuentran *C. quadrumanus* de tallas más grandes y con nematocisto más desarrollados como Mastigóforos que tienen grandes cantidades de toxinas para facilitar la obtención de alimentos (Bernal & Zea, 2000). Estos resultados coinciden con la investigación de Carrete *et al.* (2002), el cual examinó las proporciones de nematocistos en dos especies de cubozoos australianos *Chironex fleckeri* y *Chiropsalmus* sp. determinando la proporción de su forma, tamaño y hábitos alimenticios.

El tamaño de los nematocistos varia con respecto a la forma, por lo tanto, se van a encontrar diferentes longitudes y funciones que cumplen dentro del tejido tentacular de las cubomedusas (Gershwin, 2006). De igual modo son importantes para la identificación de la especie (Östman & Hyman, 1997) y se cree que están relacionados con la carga de toxina (veneno) que utilizan para la captura de presas (Östman, 2000). Lo cual concuerda con resultados obtenidos por Gershwin (2006) y Östman (2000) quienes examinaron los tipos de nematocistos que se encuentran tanto en Carybdeida como en Chirodropida, presentando las diferentes mediciones morfométricas, descripciones de formas y tamaños de los nematocistos.

## 7. CONCLUSIONES

La densidad poblacional de *C. quadrumanus* presentó el mayor valor en el sector de Punta Mestizo y los menores valores en el sector de Punta Bonita, debido a las variables ambientales como temperatura y salinidad que fueron directamente proporcional con la abundancia de estas cubomedusas.

Las medidas morfométricas tales como ancho de la umbrella, longitud de umbrella, distancia y longitud de pedalia tuvieron variación en los diferentes sitios de estudio, ya que presentaron diferentes tamaños, sin embargo número de tentáculos y ropalios se caracterizaron por ser constantes.

Se describieron cuatro tipos de formas de nematocisto presentes *C. quadrumanus* los cuales fueron Mastigóforos, Isorhizas elipsoides, Eurytele y Rhopaloides estos se presentaron en diferentes formas y tamaños lo cual puede deberse a las diferentes funciones que cumplen dentro del tejido tentacular para la captura de presas y su defensa.

## 8. RECOMENDACIONES

Para ampliar la información es necesario realizar un estudio de tipo espacio-temporal que abarque todas las épocas climáticas en su totalidad, así como también tener en cuenta más variables ambientales tanto físicas como químicas del agua.

Se requiere de estudios donde se incluya la dinámica de poblaciones, distribución, reproducción y alimentación de *C. quadrumanus* así como de otras especies a nivel espacio-temporal.

Realizar estudios enfocados en la toxicidad de las cubomedusas especialmente *C. quadrumanus* y cómo afecta en el turismo de las zonas costeras.

Ejecutar estudios en la costa Caribe para así conocer la abundancia, distribución y comportamiento de *C. quadrumanus* y de otras especies de cubomedusas que pueden estar en estas zonas.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Alvariño, A. (1975). Los indicadores plantónicos: distribución batimétrica de algunas medusas. Abstracts II Latinoamericana Symposium on Biological Oceanography, Venezuela, 7502. 163-190
- Bauman S, Schernewski. (2012). Ocurrence and public perception of jellyfish along the German Baltic coastline. Journal of Coastal Conservation 16:555-566.
- Bernal, A., & Zea, S. (2000). Estructura de la comunidad de zooplancton en condiciones de descarga continental y de afloramiento costero en Santa Marta, Caribe colombiano. Bol. Invest. Mar. Cost, 29, 3-26
- Bordehore, C. (2014). Studies on the ecology of *Carybdea marsupialis* (Cubozoa) and jellyfish sting risk management.
- Brusca, R. y G. Brusca. (2005). Invertebrados. 2da Edición. McGraw-Hill interamericana. 237-287p.
- Calder, DR & EC Peters. (1975). Nematocistos de *Chiropsalmus quadumanus* con comentarios sobre el estado sistemático de las Cubomedusa Helgol Wiss Meeres., 27: 364-369.
- Canepa A, Fuentes V, Bosch-Belmar M, Acevedo M, Toledo-Guedes K, *et al.* (2017) Factores ambientales que influyen en la distribución espacio-temporal de *Carybdea marsupialis* (Lineo, 1978, Cubozoa) en las costas del Mediterráneo sudoccidental. PLOS ONE 12 (7): e0181611.
- Castaño, C. (2002). *Golfos y bahías de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Editorial Banco de Occidente.
- Carrette, T. & J. Seymour. (2004). A rapid and repeatable method for venom extraction from Cubozoan nematocysts. Toxicon, 44: 135-139.
- Carrette, Teresa & Alderslade, Phil & Seymour, Jamie. (2002). Nematocyst ratio and prey in two Australian cubomedusans, *Chironex fleckeri* and *Chiropsalmus* sp. Toxicon: official journal of the International Society on Toxinology. 40. 1547-51. 10.1016/S0041-0101(02)00168-X.



- Cedeño-Posso, Cristina & Sc, M & Pérez, Orlando. (2013). CUBOMEDUSAS (CNIDARIA: CUBOZOA) DEL MAR CARIBE COLOMBIANO Box-jellyfish (Cnidaria: Cubozoa) from the Caribbean Colombian Waters. *Acta Biológica Colombiana*. 18. 205-210.
- Cedeño-Posso, Cristina. (2015). Composición preliminar de las medusas (Cnidaria: Cubozoa y Scyphozoa) de las aguas superficiales costeras de la región de Santa Marta. 10.13140/RG.2.1.4327.9840.
- CRC REEF., (2002). Current status of knowledge and action on Irukandji. Collated by CRC Reef on behalf of the Queensland government Irukandji. Jellyfish response Taskforce. Information supplied by: James Cook University, Surf Life Saving Queensland, Queensland Health, Australian Institute of marine Science. V.8.3.
- Collins, AG, P. Schuchert, AC Marques, T. Jankowski, M. Medina y B. Schierwater. (2006). La filogenia de Medusozoa y la evolución de los caracteres se aclaran con nuevos datos de ADNn de subunidades grandes y pequeñas y una evaluación de la utilidad de los modelos de mezcla filogenética. *Syst. Biol.*, 55 (1): 97-115.
- Corpes. (1992.) El Caribe Colombiano. Realidad Ambiental y Desarrollo. Corpes. Colombia. 275p
- Daly M, Brugler M, Cartwright p, collins a, dawson m, fautin d, *et al.* (2007) phylum cnidaria: a review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus. *Zootaxa*; 1668:127-182.
- Dawson M (2009). Preserving jellyfish for morphological analyses. The scyphozoan. Universidad Merced de California.
- Day, Jr. J.W. and A. Yañez-Arancibia. (1982) . Coastal lagoons and estuaries: Ecosystem approach. *Ciencia interamericana*, 22 (1-2): 11-26, Departamento de asuntos científicos y tecnológicos de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. 20006, USA. Contribution ISSN-0009-675X
- Durán-Fuentes, J., Gracia, A., Osorio, C., & Cedeño-Posso, C. (2018). Aporte al conocimiento de las medusas (Cnidaria: Medusozoa) en el departamento del

Atlántico, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(162), 49-57

- Endean, T.R. & Rifkin, J. (1975) Isolation of different types of nematocyst from the cubomedusan *Chironex fleckeri*. *Toxicon*, 13, 375–376.
- Gasca, R., E. Suárez-Morales y S. Haddock. (2007). Symbiotic associations between crustaceans and gelatinous zooplankton in deep and surface waters off California. *Mar Biol* 151: 233–242.
- Gershwin, L y P. Dawes. (2008). Preliminary observations on the response of *Chironex fleckeri* (Cnidaria: Cubozoa: Chiropodida) to different colors of light. *Biol. Bull.* 215: 57–62.
- Gershwin, L. (2006). Comentarios sobre *Chiropsalmus* (Cnidaria: Cubozoa: Chiropodida): una revisión preliminar de *Chiropsalmidae*, con descripciones de dos nuevos géneros y dos nuevas especies. *Zootaxa*, 1231: 1-42.
- Gershwin, Lisa-ann. (2006). Nematocysts of the Cubozoa. *Zootaxa*. 1232. 1–57.
- Gili y Nogué (2006), Toxicidad por picadura de medusas. *JANO*, 1816: 45-46
- Goggin, L., L. Gershwin., P. Fenner., J. Seymour y T. Carrette. (2004). Stinging jellyfish in tropical Australia, Current state of knowledge, November 2004. Published by CRC Reef Research Center. 6p.
- Gordon, M., C. Halcher y J. Seymour. (2004). Growth and age determination of the tropical Australian cubozoan *Cchiropsalmus* sp. 530/531: 339-345. En: Fautin, D., J. Westfall., P. Cartwright., M. Daly y C. Wytenbach. *Developments in Hydrobiology Coelenterate Biology: 2003. Trends in Research on Cnidaria and Ctenophora*.
- Gulf, I. M., & CARIBBEAN, C. (2004). Dinámica temporal de la asociación de peces en dos arrecifes artificiales del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. *BIOLÓGICAS*, 26(81), 120-131.
- Haddad, M. (2002). Cnidaria. En Ribeiro-Costa, C y R. Rocha. (Ed). *Invertebrados: Holos*, 25-50.

- Hale, G. (1999). The classification and distribution of the class Scyphozoa. University of Oregon. 43 p.
- Herráez, I. (2008). Relaciones isotópicas, oxígeno-18 y deuterio, entre las aguas superficiales y subterráneas. Departamento de Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid.
- INVEMAR. (2000). Estado de los estuarios y lagunas costeras en Colombia. Marín-Zambrana. 70-83p.
- INVEMAR (2010). Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos Costeros en Colombia Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. agosto de 2012. Santa Marta, Colombia. 2012.
- Jouiaei, M., Yanagihara, A.A., Madio, B., Nevalainen, T.J., Alewood, P.F., Fry, B.G. (2015). Ancient venom systems: A review on Cnidaria toxins. *Toxins*. 7: 2251-2271.
- Lewis, C. y T. Long, T. (2005). Courtship and reproduction in *Carybdea sivickisi* (Cnidaria: Cubozoa). *Marine Biology* 147: 477–483.
- Lynam, C. y A. Brierley. (2006). Enhanced survival of 0-group gadoid fish under jellyfish umbrellas. *Mar Biol* DOI 10.1007/s00227-006-0429-7
- Loman-Ramos, Lucio, Ordóñez-López, Uriel, & Segura-Puertas, Lourdes. (2007). Variación espacial de la comunidad de medusas (Cnidaria) del sur del Golfo de México, durante el otoño de 1999. *Hidrobiológica*, 17(3), 203-212.
- Kramp, P. (1961). Synopsis of medusae of the world. *Journal of the marine biological association of the United Kingdom* 40: 1-469.
- Kass-Simon, G. y A. A. Scappaticci, Jr. (2002). The behavioral and developmental physiology of nematocysts. *Canadian Journal of Zoology* 80:1772-1794.
- Kawahara, M., S. Uye., J. Burnett y H. Mianzan. (2006). Stings of edible jellyfish (*Rhopilema hispidum*, *Rhopilema esculentum* and *Nemopilema nomurai*) in Japanese waters. *Toxicon* 48: 713–716.
- Kingsford MJ, Seymour JE, O'Callaghan MD (2012). Abundance patterns of cubozoans on and near the Great Barrier Reef. *Hydrobiology* 690:257-268.

- Kingsford MJ, Mooney C (2014) The Ecology of Box Jellyfishes (Cubozoa). In: Pitt KA, Lucas Ch (eds) Jellyfish Blooms SE- 12 Springer Netherlands, p 267 – 302.
- Kozmik, Z., J. Ruzickova., K. Jonasova., Y. Matsumoto., P. Vopalensky., I. Kozmikova., H. Strnad., S. Kawamura., J. Piatigorsky., V. Paces y C. Vlcek. (2008). Assembly of the cnidarian camera-type eye from vertebrate-like components. PNAS, vol. 105 no. 26, 8989–8993.
- Marques, A.C. & A.G. Collins. (2004). Cladistic analysis of Medusozoa and Cnidarian evolution. Invertebr. Biol., 123(1): 23-42
- Mariscal, R. N. (1974). Nematocysts. In Coelenterate biology: reviews and perspectives, H. Lenhoff y L. Muscatine (eds.). Academic Press, San Diego. p. 129-178.
- Matsumoto GI (1995) Observations on the anatomy and behavior of the cubozoan *Carybdea rastonii* Haacke. Marine and Freshwater Behaviour and Physiology 26:139-148
- Mejía-Sánchez, Nathalia, & Marques, Antonio C. (2013). Getting information from ethanol preserved nematocysts of the venomous cubomedusa *Chiropsalmus quadrumanus*: a simple technique to facilitate the study of nematocysts. Latin american journal of aquatic research, 41(1), 166-169.
- Mianzan, H. y P. Cornelius. (1999). Cubomedusae and Sciphomedusae. Boltovskoy, . Ed. South Atlantic Zooplankton. Vol. I. Leiden, Backhuys. 513-539
- Mianzan, H., F. Ramirez., J. Costello y L. Chlaverano. (2005). ¿Un mar de gelatina? Ciencia Hoy. Vol. 15. 86: 49-55.
- Migotto, AE; Marques, AC; Morandini, AC y Silveira, FL da (2002). «Lista de verificación de los cnidaria medusozoa de Brasil». Biota neotrópica. 2 (1): 1-31
- Mills, C. E. (2001). Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean conditions Hydrobiologia 451:55-68.
- Molina, A., Molina, C., Giraldo, L., Parra, C., & Chevillat, P. (1994). Dinámica marina y sus efectos sobre la geomorfología del golfo de Morrosquillo. Boletín Científico del CIOH, 15, 93-113.

- Moore S. (1988) A new species of cubomedusan (Cubozoa: Cnidaria) from Northrm Australia. *The Beagle* 5:1-5.
- Muscatine, L.y R. Marian. (1982). Dissolved inorganic nitrogen flux in symbiotic and nonsymbiotic medusae. *Limnol.Oceanogr.*, 27 (5): 910-917.
- Navarro, P. G., García-Sanz, S., & Tuya, F. (2013). Patrones de abundancia y talla de *Holothuria sanctori*, *Holothuria mammata* y *Holothuria arguinensis* (Echinodermata: Holoturoidea) en la isla de Gran Canaria, Atlántico oriental. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 48(2), 273-284.
- Nisperuza Pérez, Carlos Andrés, Padilla Cantero, Jaminson, & Quirós-Rodríguez, Jorge A. (2018). Densidad poblacional y estructura de talla del pepino de mar *Holothuria* (*Halodeima*) *grisea* (Aspidochirotida: Holothuriidae) en aguas someras del sur del golfo de Morrosquillo, Caribe Colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 776-787.
- Nogueira, M. y M. Haddad. (2008). The diet of cubomedusae (Cnidaria, Cubozoa) in southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 56(3):157-164
- Östman, C. y J. Hyman. (1997). Análisis de nematocistos de *Cyanea capillata* y *Cyanea lamarckii* (Scyphozoa, Cnidaria). *Sci.Mar.*, 61 (3): 313-344.
- Östman, C. (2000). Una guía para la nomenclatura y clasificación de nematocistos, y algunas notas sobre el valor sistemático de los nematocistos. *Sciencia Marina*, 64: 31-46.
- Patiño, f. & f. Flórez. (1993). *Ecología Marina del Golfo de Morrosquillo*. Universidad Nacional de Colombia. Fondo (FEN), Colombia. Bogotá, D.C.
- Pitt, K., M. Kingsford., D. Rissik y K. Koop. (2007). Jellyfish modify the response of planktonic assemblages to nutrient pulses. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 351: 1-13.
- Purcell JE (2012) Jellyfish and ctenophore blooms coincide with human proliferations and environmental perturbations. *Annul Review of Marine Science* 4:209-235.
- Purcell JE, Arai MN (2009) Interactions of pelagic cnidarians and ctenophores with fish:a review. *Hydrobiologia* 451:27-44.

- Purcell J. E., S. Uye y W. T. Lo. (2007). Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. *Marine Ecology Progress Series* 350:153-174.
- Ponce García, López Vera. (2013). Medusas: las bailarinas del mar. CONABIO. *Biodiversitas*, 109:1-6.
- Quirós-Rodríguez, J. A. (2015). Equinodermos en fondos someros del sector La Ahumadera, Bahía de Cispatá, Córdoba, Caribe Colombiano. *Acta Biologica Colombiana*, 20(1) ,101-108.
- Quirós J, Arias J. (2013). Taxocenosis de moluscos y crustáceos en raíces de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en la bahía de Cispatá, Córdoba, Colombia. *Acta biol. Colomb.* 2013; 18(2):329-340.
- Quirós, J. (2009). Dinámica espacial de la composición y estructura de las poblaciones de crustáceos decápodos asociados a céspedes algales del litoral rocoso del departamento de Córdoba, Caribe, colombianos. Tesis de Maestría, Univ. Córdoba, Montería, Colombia. 128 p.
- Richardson, J., Bakun, A., Hays, C. y Gibbons, J. (2009). The jellyfish joyride: causes, consequences and management responses to a more gelatinous future». *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 24 nº 6.
- Rifkin, J. & Endean, R. (1983) The structure and function of the nematocysts of *Chironex fleckeri* Southcott, 1956. *Cell & Tissue Research*, 233, 563–577.
- Rohlf FJ. (1990). Rotational fit (Procrustes) methods. En: Rohlf FJ, Bookstein FL, editores. *Proceedings Michigan morphometrics Workshop*. Special publication nº 2. Museum of Zoology. Michigan: University of Michigan. p 227-236.
- Ruppert, E. y R. Barnes. (1996). *Zoología de los invertebrados*. Sexta edición. McGraw Hill interamericana. 98-175p y 1069-1083p.
- Sánchez-Páez, H., Ulloa-Delgado, G., Tavera-Escobar, H. y Gil-Torres, W.(2005). Plan de manejo integral de los manglares de la zona de uso sostenible sector estuarino de la bahía de Cispatá departamento de Córdoba. OIMT. CVS. CONIF. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá D.C. 202 P.

- Seymour, J., T. Carrette y M. Pieloor. (2002). Tropical Australian Stinger Research Unit (TASRU). Chironex, Irukandji and other box jellyfish information. James Cook University.
- Stewart SE (1996) Field behavior of *Tripedalia cystophora* (class Cubozoa). Marine and Freshwater Behaviour and Physiology 27: 175-188
- Rojas & Sierra-Correa, P. (2010). Plan integral de Manejo del Distrito de Manejo Integrado (DMI) bahía de Cispatá-La Balsa-Tinajones y sectores aledaños del delta estuarino del río Sinú, departamento de Córdoba. Santa Marta, Colombia: Editorial INVEMAR. Ruppert, E. y R. Barnes. 1996. Zoología de los invertebrados. Sexta edición. McGraw Hill interamericana. 98-175p y 1069-1083p.
- Tahera, Q. y K. Kazmi. (2006). New records of two jellyfish medusae (Cnidaria: Scyphozoa: Catostylidae: Cubozoa: Chirodropidae) from Pakistani waters. JMBA2 - Biodiversity Records.
- Van Iken, H., JM Leme, MG Simões, AC Marques y AG Collins. (2006) Reevaluación de la posición filogenética de los conulariids (Ediacaran-Triassic) dentro del subfilo Medusozoa (Phylum Cnidaria). J. Syst. Paleontol., 4 (2): 109-118.
- Vera K, C., Kolbach M., Zegpi, M.S., Vera F., Lonza J. (2004). Picaduras de medusas: actualización. Revista Médica de Chile. 132: 233-241.
- Vinogradov, M. y E. Shushkina. (2002). Vertical distribution of gelatinous macroplankton in the north pacific observed by manned submersibles Mir-1 and Mir-2. J. Oceanogr, vol. 58, pp. 295-303
- Williamson, J., Fenner, P., Burnett, J. & Rifkin, J. (1996) Venomous and poisonous marine animals: a medical and biological handbook. NSW University Press, Sydney, Australia, 504 pp.

## 10. ANEXOS

**Anexo A.** Sector de Punta Mestizo Fotografía: Leidy Teherán.

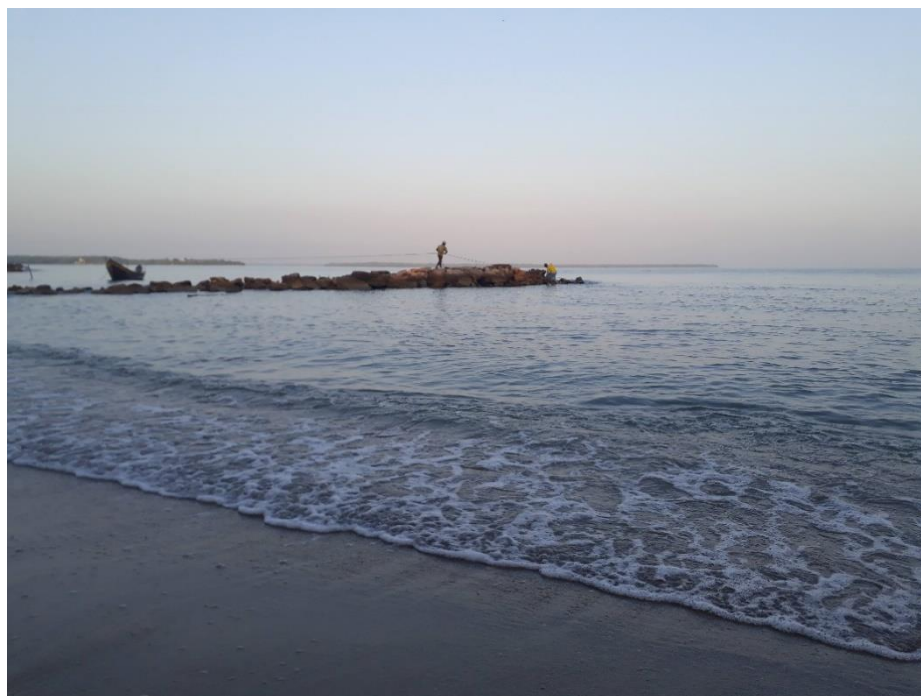


**Anexo B.** Sector de Punta Terraplén Fotografía: Leidy Teherán.





**Anexo C.** Sector de Punta Bonita Fotografía: Leidy Teherán



**Anexo D.** Pescadores de la región de San Antero utilizando chinchorro camaronero.  
Fotografía: Leidy Teheran

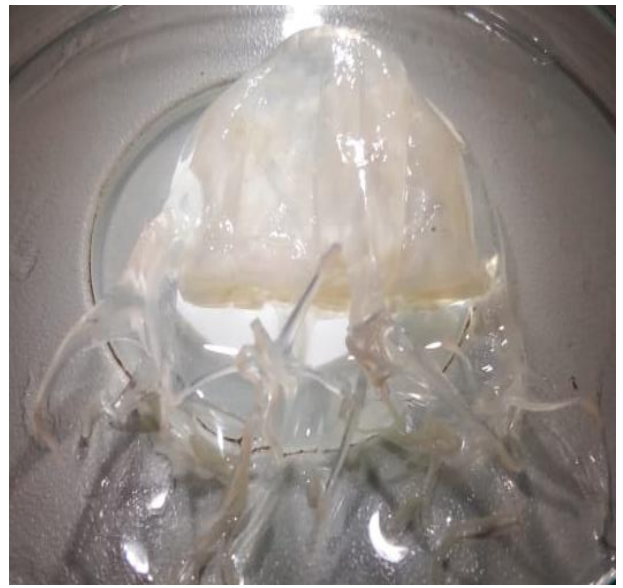


**Anexo E.** Contabilización de *C.quadrumanus* en el área de estudio. Fotografía: Geraldine Castro.



**Anexo F.** Cubomedusa *Chiropsalmus quadrumanus* en el sur del golfo de Morrosquillo. Fotografía: Geraldine Castro.



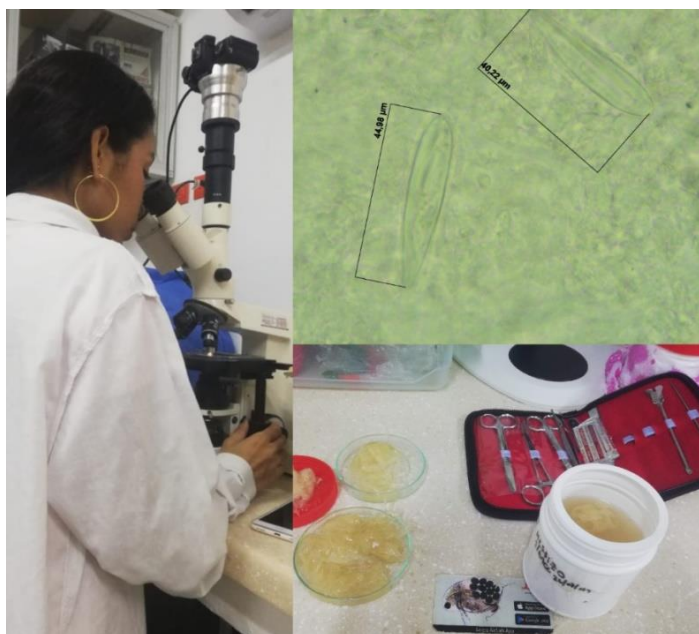


**Anexo G.** Mediciones morfométricas de *C. quadrumanus* en el laboratorio de zoología de la Universidad de Córdoba Fotografía: Geraldine Castro





**Anexo H.** Identificación y toma de fotos de nematocisto en el laboratorio de microscopía del Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC). Fotografía: Leidy Teheran.



**Anexo I.** Variables ambientales temperatura y salinidad en los diferentes puntos de estudio.

Meses	Sector	T (°C)	Salinidad (ups)
diciembre	Punta Terraplén	28° C	32
diciembre	Punta Mestizo	29° C	32.5
diciembre	Punta Bonita	30° C	31
enero	Punta Bonita	28° C	30
enero	Punta Mestizo	29° C	33
febrero	Punta Terraplén	27° C	30
febrero	Punta Mestizo	28° C	32
marzo	Punta Terraplén	28° C	33
marzo	Punta Mestizo	27° C	32.5
marzo	Punta Bonita	29° C	31
abril	Punta Terraplén	28° C	30
abril	Punta Mestizo	27° C	30.5
mayo	Punta Terraplén	29° C	29
mayo	Punta Mestizo	28° C	30
junio	Punta Terraplén	29° C	29
junio	Punta Mestizo	30° C	29.5
junio	Punta Bonita	29° C	28

## Anexo J. Medidas de *C. quadrumanus* en el mes de diciembre 2019

Sector	Mes	Lance	Longitud de umbrella	Ancho de umbrella	N° tentaculos	N° ropalia	Exumbrella	Distancia ropalio- margen	Longitud pedalia
Punta Terraplen	diciembre	1 lance	25	35	6	4	Rugosa con puntos	19	10
Punta Terraplen	diciembre	1 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	23	12
Punta Terraplen	diciembre	1 lance	23	33	6	4	Rugosa con puntos	19	10
Punta Terraplen	diciembre	1 lance	27	30	6	4	Rugosa con puntos	18	9
Punta Terraplen	diciembre	1 lance	20	27	6	4	Rugosa con puntos	16	7
Punta Terraplen	diciembre	1 lance	24	31	6	4	Rugosa con puntos	18	10
Punta Terraplen	diciembre	1 lance	22	30	6	4	Rugosa con puntos	18	10
Punta Terraplen	diciembre	1 lance	25	35	6	4	Rugosa con puntos	18	10
Punta Terraplen	diciembre	1 lance	25	35	6	4	Rugosa con puntos	19	11
Punta Terraplen	diciembre	1 lance	23	30	6	4	Rugosa con puntos	7	9
Punta Terraplen	diciembre	2 lance	29	37	6	4	Rugosa con puntos	24	10
Punta Terraplen	diciembre	2 lance	12	21	7	4	Rugosa con puntos	10	5
Punta Terraplen	diciembre	2 lance	26	39	6	4	Rugosa con puntos	22	9
Punta Terraplen	diciembre	2 lance	22	33	6	4	Rugosa con puntos	21	9
Punta Terraplen	diciembre	2 lance	31	40	6	4	Rugosa con puntos	25	12
Punta Terraplen	diciembre	2 lance	25	35	6	4	Rugosa con puntos	22	10
Punta Terraplen	diciembre	2 lance	27	35	6	4	Rugosa con puntos	23	13
Punta Terraplen	diciembre	2 lance	30	40	7	4	Rugosa con puntos	25	13
Punta Terraplen	diciembre	2 lance	32	40	6	4	Rugosa con puntos	25	13
Punta Terraplen	diciembre	2 lance	35	41	6	4	Rugosa con puntos	27	14
			<b>25.7</b>	<b>34.4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>20.0</b>	<b>10.3</b>

# **Anexo K.** Promedio de la morfometría de *C. quadrumanus* en el mes de diciembre

Sector	Mes	Lance	Longitud de umbrella	Ancho de umbrella	N° tentáculos	N° ropalia	Exumbrella	Distancia ropalio- margen	Longitud pedalia
Punta Mestizo	diciembre	1 lance	28	38	6	4	Rugosa con puntos	17	11
Punta Mestizo	diciembre	1 lance	30	39	6	4	Rugosa con puntos	20	12
Punta Mestizo	diciembre	1 lance	25	34	6	4	Rugosa con puntos	15	10
Punta Mestizo	diciembre	1 lance	29	35	6	4	Rugosa con puntos	15	9
Punta Mestizo	diciembre	1 lance	27	34	6	4	Rugosa con puntos	14	9
Punta Mestizo	diciembre	1 lance	22	30	6	4	Rugosa con puntos	17	9
Punta Mestizo	diciembre	1 lance	29	35	6	4	Rugosa con puntos	15	10
Punta Mestizo	diciembre	1 lance	28	30	6	4	Rugosa con puntos	17	11
Punta Mestizo	diciembre	1 lance	27	33	6	4	Rugosa con puntos	14	10
Punta Mestizo	diciembre	1 lance	30	39	6	4	Rugosa con puntos	19	11
Punta Mestizo	diciembre	2 lance	29	37	6	4	Rugosa con puntos	25	12
Punta Mestizo	diciembre	2 lance	25	30	7	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Mestizo	diciembre	2 lance	26	33	6	4	Rugosa con puntos	22	13
Punta Mestizo	diciembre	2 lance	24	30	6	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Mestizo	diciembre	2 lance	26	33	6	4	Rugosa con puntos	23	12
Punta Mestizo	diciembre	2 lance	29	36	6	4	Rugosa con puntos	23	12
Punta Mestizo	diciembre	2 lance	17	23	7	4	Rugosa con puntos	22	12
Punta Mestizo	diciembre	2 lance	19	25	6	4	Rugosa con puntos	16	10
Punta Mestizo	diciembre	2 lance	29	35	6	4	Rugosa con puntos	25	12
Punta Mestizo	diciembre	2 lance	19	22	6	4	Rugosa con puntos	17	8
			<b>25.9</b>	<b>32.6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>18.8</b>	<b>10.7</b>

**Anexo L.** Promedio de la morfometría de *C. quadrumanus* en el mes de diciembre.

Sector	Mes	Lance	Longitud de umbrella	Ancho de umbrella	N° tentáculos	N° ropalia	Exumbrella	Distancia ropalio- margen	Longitud pedalia
Punta Bonita	diciembre	1 lance	23	35	6	4	Rugosa con puntos	15	10
Punta Bonita	diciembre	1 lance	25	37	6	4	Rugosa con puntos	17	11
Punta Bonita	diciembre	1 lance	29	40	6	4	Rugosa con puntos	19	15
Punta Bonita	diciembre	1 lance	22	34	6	4	Rugosa con puntos	13	8
Punta Bonita	diciembre	1 lance	29	40	6	4	Rugosa con puntos	18	16
Punta Bonita	diciembre	1 lance	24	38	6	4	Rugosa con puntos	17	12
Punta Bonita	diciembre	1 lance	24	39	6	4	Rugosa con puntos	18	15
Punta Bonita	diciembre	1 lance	22	34	6	4	Rugosa con puntos	14	9
Punta Bonita	diciembre	1 lance	20	30	6	4	Rugosa con puntos	12	7
Punta Bonita	diciembre	1 lance	18	25	6	4	Rugosa con puntos	11	5
			<b>23.6</b>	<b>35.2</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>15.4</b>	<b>10.8</b>

**Anexo M.** Medidas morfométricas de *C. quadrumanus* y promedio del mes de enero 2020.

Sector	Mes	Lance	Longitud de umbrella	Ancho de umbrella	N° tentáculos	N° ropalia	Exumbrella	Distancia ropalio- margen	Longitud pedalia
Punta Bonita	enero	1 lance	22	35	6	4	Rugosa con puntos	19	10
Punta Bonita	enero	1 lance	28	47	6	4	Rugosa con puntos	20	14
Punta Bonita	enero	1 lance	28	30	6	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Bonita	enero	1 lance	30	44	6	4	Rugosa con puntos	25	15
Punta Bonita	enero	1 lance	27	35	7	4	Rugosa con puntos	25	13
Punta Bonita	enero	1 lance	35	44	7	4	Rugosa con puntos	13	12
Punta Bonita	enero	1 lance	27	40	6	4	Rugosa con puntos	22	12
Punta Bonita	enero	1 lance	23	35	7	4	Rugosa con puntos	22	10
Punta Bonita	enero	1 lance	28	40	7	4	Rugosa con puntos	24	13
Punta Bonita	enero	1 lance	8	10	6	4	Rugosa con puntos	5	3
Punta Mestizo	enero	1 lance	28	40	7	4	Rugosa con puntos	25	12
Punta Mestizo	enero	1 lance	35	45	7	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Mestizo	enero	1 lance	30	45	7	4	Rugosa con puntos	22	13
Punta Mestizo	enero	1 lance	32	45	7	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Mestizo	enero	1 lance	35	44	7	4	Rugosa con puntos	23	12
Punta Mestizo	enero	1 lance	30	45	7	4	Rugosa con puntos	23	12
Punta Mestizo	enero	1 lance	35	45	7	4	Rugosa con puntos	22	12
Punta Mestizo	enero	1 lance	23	40	6	4	Rugosa con puntos	16	10
Punta Mestizo	enero	1 lance	30	40	7	4	Rugosa con puntos	25	12
Punta Mestizo	enero	1 lance	30	15	7	4	Rugosa con puntos	17	8
			<b>28.2</b>	<b>38.2</b>	<b>6.7</b>	<b>4</b>	<b>Rugosa con puntos</b>	<b>20.4</b>	<b>11.2</b>



# **Anexo N. Medidas de *C. quadrumanus* en el mes de febrero**

Sector	Mes	Lance	Longitud de umbrella	Ancho de umbrella	N° tentáculos	N° ropalia	Exumbrella	Distancia ropalio- margen	Longitud pedalia
Punta Terraplen	febrero	1 lance	45	35	6	4	Rugosa con puntos	23	19
Punta Terraplen	febrero	1 lance	45	35	6	4	Rugosa con puntos	24	20
Punta Terraplen	febrero	1 lance	33	23	6	4	Rugosa con puntos	15	13
Punta Terraplen	febrero	1 lance	45	35	6	4	Rugosa con puntos	25	19
Punta Terraplen	febrero	1 lance	34	23	6	4	Rugosa con puntos	18	13
Punta Terraplen	febrero	1 lance	46	30	6	4	Rugosa con puntos	25	15
Punta Terraplen	febrero	1 lance	45	32	6	4	Rugosa con puntos	28	12
Punta Terraplen	febrero	1 lance	30	20	6	4	Rugosa con puntos	15	7
Punta Terraplen	febrero	1 lance	45	30	6	4	Rugosa con puntos	25	13
Punta Terraplen	febrero	1 lance	37	28	6	4	Rugosa con puntos	22	11
Punta Terraplen	febrero	2 lance	45	26	6	4	Rugosa con puntos	24	15
Punta Terraplen	febrero	2 lance	24	13	6	4	Rugosa con puntos	9	10
Punta Terraplen	febrero	2 lance	36	24	6	4	Rugosa con puntos	18	15
Punta Terraplen	febrero	2 lance	37	23	6	4	Rugosa con puntos	16	10
Punta Terraplen	febrero	2 lance	44	30	6	4	Rugosa con puntos	19	15
Punta Terraplen	febrero	2 lance	29	26	6	4	Rugosa con puntos	12	15
Punta Terraplen	febrero	2 lance	31	24	6	4	Rugosa con puntos	18	15
Punta Terraplen	febrero	2 lance	35	24	6	4	Rugosa con puntos	20	11
Punta Terraplen	febrero	2 lance	44	26	6	4	Rugosa con puntos	19	20
Punta Terraplen	febrero	2 lance	38	24	6	4	Rugosa con puntos	17	14
			<b>38.4</b>	<b>26.6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>Rugosa con puntos</b>	<b>19.6</b>	<b>14.1</b>

**Anexo Ñ.** Promedio y medidas morfométricas de *C. quadrumanus* en el mes de febrero

Sector	Mes	Lance	Longitud de umbrella	Ancho de umbrella	N° tentáculos	N° ropalia	Exumbrella	Distancia ropalio- margen	Longitud pedalia
Punta Mestizo	febrero	1 lance	38	26	6	4	Rugosa con puntos	16	11
Punta Mestizo	febrero	1 lance	36	29	6	4	Rugosa con puntos	21	17
Punta Mestizo	febrero	1 lance	41	27	6	4	Rugosa con puntos	22	13
Punta Mestizo	febrero	1 lance	42	28	6	4	Rugosa con puntos	23	15
Punta Mestizo	febrero	1 lance	37	27	7	4	Rugosa con puntos	23	17
Punta Mestizo	febrero	1 lance	35	25	6	4	Rugosa con puntos	21	16
Punta Mestizo	febrero	1 lance	30	21	6	4	Rugosa con puntos	19	10
Punta Mestizo	febrero	1 lance	41	26	7	4	Rugosa con puntos	24	14
Punta Mestizo	febrero	1 lance	42	32	6	4	Rugosa con puntos	25	17
Punta Mestizo	febrero	1 lance	34	28	6	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Mestizo	febrero	2 lance	27	37	6	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Mestizo	febrero	2 lance	23	27	6	4	Rugosa con puntos	14	8
Punta Mestizo	febrero	2 lance	24	31	6	4	Rugosa con puntos	16	9
Punta Mestizo	febrero	2 lance	25	35	6	4	Rugosa con puntos	19	9
Punta Mestizo	febrero	2 lance	23	30	6	4	Rugosa con puntos	18	10
Punta Mestizo	febrero	2 lance	33	40	6	4	Rugosa con puntos	23	11
Punta Mestizo	febrero	2 lance	25	34	6	4	Rugosa con puntos	18	8
Punta Mestizo	febrero	2 lance	20	26	6	4	Rugosa con puntos	13	7
Punta Mestizo	febrero	2 lance	14	16	6	4	Rugosa con puntos	10	6
Punta Mestizo	febrero	2 lance	29	35	6	4	Rugosa con puntos	21	10
			<b>31.0</b>	<b>29</b>	<b>6.1</b>	<b>4</b>	<b>Rugosa con puntos</b>	<b>19.3</b>	<b>11.4</b>

# **Anexo O. Medidas morfométricas de *C. quadrumanus* en el mes de marzo**

Sector	Mes	Lance	Longitud de umbrella	Ancho de umbrella	N° tentáculos	N° ropalia	Exumbrella	Distancia ropalio- margen	Longitud pedalia
Punta Terraplen	marzo	1 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	21	19
Punta Terraplen	marzo	1 lance	31	42	6	4	Rugosa con puntos	20	15
Punta Terraplen	marzo	1 lance	23	36	7	4	Rugosa con puntos	14	12
Punta Terraplen	marzo	1 lance	20	32	6	4	Rugosa con puntos	15	10
Punta Terraplen	marzo	1 lance	20	32	6	4	Rugosa con puntos	14	11
Punta Terraplen	marzo	1 lance	30	33	7	4	Rugosa con puntos	24	15
Punta Terraplen	marzo	1 lance	22	30	6	4	Rugosa con puntos	21	12
Punta Terraplen	marzo	1 lance	20	32	7	4	Rugosa con puntos	12	10
Punta Terraplen	marzo	1 lance	16	25	6	4	Rugosa con puntos	14	10
Punta Terraplen	marzo	1 lance	20	31	6	4	Rugosa con puntos	16	14
Punta Terraplen	marzo	2 lance	35	45	7	4	Rugosa con puntos	25	20
Punta Terraplen	marzo	2 lance	20	25	7	4	Rugosa con puntos	15	10
Punta Terraplen	marzo	2 lance	21	28	7	4	Rugosa con puntos	15	10
Punta Terraplen	marzo	2 lance	22	35	7	4	Rugosa con puntos	16	13
Punta Terraplen	marzo	2 lance	25	35	7	4	Rugosa con puntos	15	11
Punta Terraplen	marzo	2 lance	17	20	7	4	Rugosa con puntos	14	9
Punta Terraplen	marzo	2 lance	26	34	7	4	Rugosa con puntos	20	15
Punta Terraplen	marzo	2 lance	25	36	6	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Terraplen	marzo	2 lance	20	25	6	4	Rugosa con puntos	15	5
Punta Terraplen	marzo	2 lance	25	30	6	4	Rugosa con puntos	12	11
			<b>23.4</b>	<b>32.3</b>	<b>6.5</b>	<b>4</b>	<b>Rugosa con puntos</b>	<b>16.9</b>	<b>12.1</b>

# **Anexo P.** Medidas morfométricas de *C. quadrumanus* en el mes de marzo

Sector	Mes	Lance	Longitud de umbrella	Ancho de umbrella	N° tentáculos	N° ropalia	Exumbrella	Distancia ropalio- margen	Longitud pedalia
Punta Mestizo	marzo	1 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	23	13
Punta Mestizo	marzo	1 lance	26	35	6	4	Rugosa con puntos	19	10
Punta Mestizo	marzo	1 lance	30	39	6	4	Rugosa con puntos	23	10
Punta Mestizo	marzo	1 lance	27	36	6	4	Rugosa con puntos	14	9
Punta Mestizo	marzo	1 lance	26	35	6	4	Rugosa con puntos	15	10
Punta Mestizo	marzo	1 lance	26	33	6	4	Rugosa con puntos	14	9
Punta Mestizo	marzo	1 lance	27	34	6	4	Rugosa con puntos	14	9
Punta Mestizo	marzo	1 lance	27	36	6	4	Rugosa con puntos	14	10
Punta Mestizo	marzo	1 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	21	12
Punta Mestizo	marzo	1 lance	25	35	6	4	Rugosa con puntos	15	9
Punta Mestizo	marzo	2 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	24	14
Punta Mestizo	marzo	2 lance	31	39	6	4	Rugosa con puntos	25	12
Punta Mestizo	marzo	2 lance	29	38	6	4	Rugosa con puntos	21	11
Punta Mestizo	marzo	2 lance	31	40	6	4	Rugosa con puntos	25	14
Punta Mestizo	marzo	2 lance	35	41	6	4	Rugosa con puntos	26	16
Punta Mestizo	marzo	2 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	25	12
Punta Mestizo	marzo	2 lance	32	41	6	4	Rugosa con puntos	27	14
Punta Mestizo	marzo	2 lance	27	35	6	4	Rugosa con puntos	19	10
Punta Mestizo	marzo	2 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	24	12
Punta Mestizo	marzo	2 lance	29	35	6	4	Rugosa con puntos	20	11
			<b>28.9</b>	<b>37.6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>Rugosa con puntos</b>	<b>20.4</b>	<b>11.4</b>

**Anexo Q.** Promedio y medidas morfométricas de *C. quadrumanus* en el mes de marzo

Punta Bonita	marzo	1 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	23	13
Punta Bonita	marzo	1 lance	26	35	6	4	Rugosa con puntos	19	10
Punta Bonita	marzo	1 lance	30	39	6	4	Rugosa con puntos	23	10
Punta Bonita	marzo	1 lance	27	36	6	4	Rugosa con puntos	14	9
Punta Bonita	marzo	1 lance	26	35	6	4	Rugosa con puntos	15	10
Punta Bonita	marzo	1 lance	26	33	6	4	Rugosa con puntos	14	9
Punta Bonita	marzo	1 lance	27	34	6	4	Rugosa con puntos	14	9
Punta Bonita	marzo	1 lance	27	36	6	4	Rugosa con puntos	14	10
Punta Bonita	marzo	1 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	21	12
Punta Bonita	marzo	1 lance	25	35	6	4	Rugosa con puntos	15	9
Punta Bonita	marzo	2 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	24	14
Punta Bonita	marzo	2 lance	31	39	6	4	Rugosa con puntos	25	12
Punta Bonita	marzo	2 lance	29	38	6	4	Rugosa con puntos	21	11
Punta Bonita	marzo	2 lance	31	40	6	4	Rugosa con puntos	25	14
Punta Bonita	marzo	2 lance	35	41	6	4	Rugosa con puntos	26	16
Punta Bonita	marzo	2 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	25	12
Punta Bonita	marzo	2 lance	32	41	6	4	Rugosa con puntos	27	14
Punta Bonita	marzo	2 lance	27	35	6	4	Rugosa con puntos	19	10
Punta Bonita	marzo	2 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	24	12
Punta Bonita	marzo	2 lance	29	35	6	4	Rugosa con puntos	20	11
			<b>28.9</b>	<b>37.6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>Rugosa con puntos</b>	<b>20.4</b>	<b>11.4</b>

# **Anexo R.** Medidas de la morfometría de *C. quadrumanus* en el mes de abril

Sector	Mes	Lance	Longitud de umbrella	Ancho de umbrella	N° tentáculos	N° ropalia	Exumbrella	Distancia ropalio- margen	Longitud pedalia
Punta Mestizo	abril	1 lance	25	35	6	4	Rugosa con puntos	18	10
Punta Mestizo	abril	1 lance	24	35	6	4	Rugosa con puntos	20	11
Punta Mestizo	abril	1 lance	20	30	6	4	Rugosa con puntos	19	11
Punta Mestizo	abril	1 lance	22	35	6	4	Rugosa con puntos	20	12
Punta Mestizo	abril	1 lance	21	30	6	4	Rugosa con puntos	15	9
Punta Mestizo	abril	1 lance	28	35	7	4	Rugosa con puntos	20	15
Punta Mestizo	abril	1 lance	21	33	6	4	Rugosa con puntos	18	11
Punta Mestizo	abril	1 lance	18	25	6	4	Rugosa con puntos	15	10
Punta Mestizo	abril	1 lance	27	33	7	4	Rugosa con puntos	16	12
Punta Mestizo	abril	1 lance	25	33	7	4	Rugosa con puntos	20	13
Punta Mestizo	abril	2 lance	25	37	6	4	Rugosa con puntos	19	10
Punta Mestizo	abril	2 lance	25	35	6	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Mestizo	abril	2 lance	19	13	6	4	Rugosa con puntos	15	8
Punta Mestizo	abril	2 lance	18	28	6	4	Rugosa con puntos	10	5
Punta Mestizo	abril	2 lance	29	35	7	4	Rugosa con puntos	22	11
Punta Mestizo	abril	2 lance	23	35	6	4	Rugosa con puntos	20	12
Punta Mestizo	abril	2 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	21	10
Punta Mestizo	abril	2 lance	31	40	6	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Mestizo	abril	2 lance	35	45	6	4	Rugosa con puntos	25	18
Punta Mestizo	abril	2 lance	23	35	6	4	Rugosa con puntos	20	12
			<b>24.5</b>	<b>33.4</b>	<b>6.2</b>	<b>4</b>	<b>Rugosa con puntos</b>	<b>18.7</b>	<b>11.0</b>

**Anexo S.** Medidas morfométricas de *C. quadrumanus* y promedio en el mes de abril.

Sector	Mes	Lance	Longitud de umbrella	Ancho de umbrella	N° tentáculos	N° ropalia	Exumbrella	Distancia ropalio- margen	Longitud pedalia
Punta Terraplen	abril	1 lance	43	34	7	4	Rugosa con puntos	27	19
Punta Terraplen	abril	1 lance	45	36	6	4	Rugosa con puntos	29	21
Punta Terraplen	abril	1 lance	33	26	6	4	Rugosa con puntos	16	12
Punta Terraplen	abril	1 lance	22	16	6	4	Rugosa con puntos	13	10
Punta Terraplen	abril	1 lance	30	21	6	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Terraplen	abril	1 lance	41	30	6	4	Rugosa con puntos	13	8
Punta Terraplen	abril	1 lance	32	21	6	4	Rugosa con puntos	17	12
Punta Terraplen	abril	1 lance	33	24	6	4	Rugosa con puntos	20	12
Punta Terraplen	abril	1 lance	30	21	6	4	Rugosa con puntos	20	12
Punta Terraplen	abril	1 lance	20	18	6	4	Rugosa con puntos	9	5
Punta Terraplen	abril	2 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	24	12
Punta Terraplen	abril	2 lance	29	35	6	4	Rugosa con puntos	25	13
Punta Terraplen	abril	2 lance	30	41	6	4	Rugosa con puntos	22	10
Punta Terraplen	abril	2 lance	24	35	6	4	Rugosa con puntos	17	9
Punta Terraplen	abril	2 lance	24	40	6	4	Rugosa con puntos	22	12
Punta Terraplen	abril	2 lance	30	33	6	4	Rugosa con puntos	20	9
Punta Terraplen	abril	2 lance	25	30	6	4	Rugosa con puntos	15	8
Punta Terraplen	abril	2 lance	35	45	6	4	Rugosa con puntos	29	20
Punta Terraplen	abril	2 lance	26	30	6	4	Rugosa con puntos	17	10
Punta Terraplen	abril	2 lance	18	20	6	4	Rugosa con puntos	9	5
			<b>30.0</b>	<b>29.8</b>	<b>6.1</b>	<b>4</b>	<b>Rugosa con puntos</b>	<b>19.2</b>	<b>11.5</b>

## Anexo T. Medidas de *C. quadrumanus* en el mes de mayo

Sector	Mes	Lance	Longitud de umbrella	Ancho de umbrella	N° tentaculos	N° ropalia	Exumbrella	Distancia ropalio- margen	Longitud pedalia
Punta Terraplen	mayo	1 lance	25	40	6	4	Rugosa con puntos	20	12
Punta Terraplen	mayo	1 lance	35	54	7	4	Rugosa con puntos	30	18
Punta Terraplen	mayo	1 lance	21	31	6	4	Rugosa con puntos	10	12
Punta Terraplen	mayo	1 lance	35	55	7	4	Rugosa con puntos	21	20
Punta Terraplen	mayo	1 lance	24	32	6	4	Rugosa con puntos	15	14
Punta Terraplen	mayo	1 lance	38	53	7	4	Rugosa con puntos	25	20
Punta Terraplen	mayo	1 lance	28	40	7	4	Rugosa con puntos	22	13
Punta Terraplen	mayo	1 lance	40	52	7	4	Rugosa con puntos	28	18
Punta Terraplen	mayo	1 lance	25	35	6	4	Rugosa con puntos	27	13
Punta Terraplen	mayo	1 lance	30	43	7	4	Rugosa con puntos	25	18
Punta Terraplen	mayo	2 lance	29	39	6	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Terraplen	mayo	2 lance	25	35	7	4	Rugosa con puntos	20	8
Punta Terraplen	mayo	2 lance	33	40	6	4	Rugosa con puntos	25	15
Punta Terraplen	mayo	2 lance	34	40	6	4	Rugosa con puntos	25	15
Punta Terraplen	mayo	2 lance	30	35	6	4	Rugosa con puntos	23	13
Punta Terraplen	mayo	2 lance	30	39	6	4	Rugosa con puntos	15	9
Punta Terraplen	mayo	2 lance	33	45	6	4	Rugosa con puntos	25	11
Punta Terraplen	mayo	2 lance	21	30	6	4	Rugosa con puntos	17	9
Punta Terraplen	mayo	2 lance	28	32	7	4	Rugosa con puntos	25	10
Punta Terraplen	mayo	2 lance	21	32	6	4	Rugosa con puntos	12	5
			<b>29.3</b>	<b>40.1</b>	<b>6.4</b>	<b>4</b>	<b>Rugosa con puntos</b>	<b>21.5</b>	<b>13.2</b>



**Anexo U.** Promedio y medidas morfométricas de *C. quadrumanus* en el mes de mayo.

Sector	Mes	Lance	Longitud de umbrellla	Ancho de umbrellla	N° tentaculos	N° ropalia	Exumbrellla	Distancia ropalio- margen	Longitud pedalia
Punta Mestizo	mayo	1 lance	39	26	6	4	Rugosa con puntos	22	11
Punta Mestizo	mayo	1 lance	41	35	6	4	Rugosa con puntos	29	18
Punta Mestizo	mayo	1 lance	35	27	6	4	Rugosa con puntos	25	14
Punta Mestizo	mayo	1 lance	30	36	6	4	Rugosa con puntos	26	10
Punta Mestizo	mayo	1 lance	41	32	7	4	Rugosa con puntos	25	14
Punta Mestizo	mayo	1 lance	40	30	6	4	Rugosa con puntos	22	17
Punta Mestizo	mayo	1 lance	34	30	7	4	Rugosa con puntos	22	10
Punta Mestizo	mayo	1 lance	41	29	6	4	Rugosa con puntos	25	17
Punta Mestizo	mayo	1 lance	42	30	7	4	Rugosa con puntos	25	17
Punta Mestizo	mayo	1 lance	38	25	6	4	Rugosa con puntos	26	14
Punta Mestizo	mayo	2 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	20	12
Punta Mestizo	mayo	2 lance	30	35	6	4	Rugosa con puntos	23	10
Punta Mestizo	mayo	2 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	21	11
Punta Mestizo	mayo	2 lance	25	30	6	4	Rugosa con puntos	16	9
Punta Mestizo	mayo	2 lance	30	35	6	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Mestizo	mayo	2 lance	28	30	6	4	Rugosa con puntos	18	8
Punta Mestizo	mayo	2 lance	30	24	6	4	Rugosa con puntos	21	12
Punta Mestizo	mayo	2 lance	25	29	6	4	Rugosa con puntos	15	7
Punta Mestizo	mayo	2 lance	22	18	6	4	Rugosa con puntos	15	8
Punta Mestizo	mayo	2 lance	26	30	6	4	Rugosa con puntos	15	9
			<b>32.9</b>	<b>30.6</b>	<b>6,15</b>	<b>4</b>	<b>Rugosa con puntos</b>	<b>21.6</b>	<b>11.9</b>

# **Anexo V.** Medidas morfométricas de *C. quadrumanus* en el mes de junio

Sector	Mes	Lance	Longitud de umbrella	Ancho de umbrella	N° tentáculos	N° ropalia	Exumbrella	Distancia ropalio- margen	Longitud pedalia
Punta Terraplen	junio	1 lance	26	35	6	4	Rugosa con puntos	22	10
Punta Terraplen	junio	1 lance	27	38	6	4	Rugosa con puntos	25	15
Punta Terraplen	junio	1 lance	26	34	6	4	Rugosa con puntos	24	12
Punta Terraplen	junio	1 lance	27	32	7	4	Rugosa con puntos	23	10
Punta Terraplen	junio	1 lance	30	38	6	4	Rugosa con puntos	25	13
Punta Terraplen	junio	1 lance	23	30	6	4	Rugosa con puntos	21	9
Punta Terraplen	junio	1 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	22	10
Punta Terraplen	junio	1 lance	26	36	7	4	Rugosa con puntos	23	11
Punta Terraplen	junio	1 lance	22	31	6	4	Rugosa con puntos	19	8
Punta Terraplen	junio	1 lance	21	27	6	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Terraplen	junio	2 lance	24	28	6	4	Rugosa con puntos	20	9
Punta Terraplen	junio	2 lance	25	35	6	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Terraplen	junio	2 lance	20	22	6	4	Rugosa con puntos	17	8
Punta Terraplen	junio	2 lance	20	29	6	4	Rugosa con puntos	19	9
Punta Terraplen	junio	2 lance	21	25	6	4	Rugosa con puntos	17	8
Punta Terraplen	junio	2 lance	17	22	6	4	Rugosa con puntos	16	5
Punta Terraplen	junio	2 lance	21	25	6	4	Rugosa con puntos	19	9
Punta Terraplen	junio	2 lance	18	23	6	4	Rugosa con puntos	15	8
Punta Terraplen	junio	2 lance	19	20	6	4	Rugosa con puntos	17	8
Punta Terraplen	junio	2 lance	21	26	6	4	Rugosa con puntos	18	9
			<b>23.2</b>	<b>29.8</b>	<b>6.1</b>	<b>4</b>	<b>Rugosa con puntos</b>	<b>20.1</b>	<b>9.6</b>

**Anexo W.** Promedio y medidas morfométricas de *C. quadrumanus* en el mes de junio.

Sector	Mes	Lance	Longitud de umbrella	Ancho de umbrella	N° tentáculos	N° ropalia	Exumbrella	Distancia ropalio- margen	Longitud pedalia
Punta Mestizo	junio	1 lance	27	35	6	4	Rugosa con puntos	17	9
Punta Mestizo	junio	1 lance	30	38	6	4	Rugosa con puntos	20	10
Punta Mestizo	junio	1 lance	24	26	6	4	Rugosa con puntos	17	7
Punta Mestizo	junio	1 lance	28	33	6	4	Rugosa con puntos	21	9
Punta Mestizo	junio	1 lance	30	35	6	4	Rugosa con puntos	22	9
Punta Mestizo	junio	1 lance	27	30	6	4	Rugosa con puntos	18	10
Punta Mestizo	junio	1 lance	30	32	6	4	Rugosa con puntos	22	8
Punta Mestizo	junio	1 lance	31	34	6	4	Rugosa con puntos	17	9
Punta Mestizo	junio	1 lance	15	27	6	4	Rugosa con puntos	6	7
Punta Mestizo	junio	1 lance	28	31	6	4	Rugosa con puntos	19	8
Punta Mestizo	junio	2 lance	30	40	6	4	Rugosa con puntos	25	12
Punta Mestizo	junio	2 lance	39	45	6	4	Rugosa con puntos	28	15
Punta Mestizo	junio	2 lance	35	41	6	4	Rugosa con puntos	23	11
Punta Mestizo	junio	2 lance	30	38	6	4	Rugosa con puntos	26	10
Punta Mestizo	junio	2 lance	29	39	6	4	Rugosa con puntos	9	22
Punta Mestizo	junio	2 lance	28	35	6	4	Rugosa con puntos	20	9
Punta Mestizo	junio	2 lance	29	35	6	4	Rugosa con puntos	22	10
Punta Mestizo	junio	2 lance	30	24	6	4	Rugosa con puntos	20	9
Punta Mestizo	junio	2 lance	30	39	6	4	Rugosa con puntos	22	10
Punta Mestizo	junio	2 lance	35	43	6	4	Rugosa con puntos	29	16
			<b>29.3</b>	<b>35</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>Rugosa con puntos</b>	<b>20.2</b>	<b>10.5</b>
Sector	Mes	Lance	Longitud de umbrella	Ancho de umbrella	N° tentáculos	N° ropalia	Exumbrella	Distancia ropalio- margen	Longitud pedalia
Punta Bonita	junio	1 lance	24	38	6	4	Rugosa con puntos	17	12
Punta Bonita	junio	1 lance	30	45	6	4	Rugosa con puntos	24	19
Punta Bonita	junio	1 lance	23	35	6	4	Rugosa con puntos	16	10
Punta Bonita	junio	1 lance	29	40	6	4	Rugosa con puntos	20	16
Punta Bonita	junio	1 lance	24	33	6	4	Rugosa con puntos	12	8
Punta Bonita	junio	1 lance	20	30	6	4	Rugosa con puntos	12	8
Punta Bonita	junio	1 lance	19	29	6	4	Rugosa con puntos	11	7
Punta Bonita	junio	1 lance	18	28	6	4	Rugosa con puntos	10	2
Punta Bonita	junio	1 lance	23	36	6	4	Rugosa con puntos	16	11
Punta Bonita	junio	1 lance	25	38	6	4	Rugosa con puntos	17	12
			<b>23.5</b>	<b>35.2</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>Rugosa con puntos</b>	<b>15.5</b>	<b>10.5</b>

**Anexo X.** Medición en micras de Eurytele nematocisto identificado en *C. quadrumanus*

<b>Individuos observados</b>	<b>Forma de nematocisto</b>	<b>Tamaño ( mm)</b>
8	Eurytele	9.4
8	Eurytele	9.2
8	Eurytele	10,47
8	Eurytele	6.12
5	Eurytele	9.08
9	Eurytele	8.83
9	Eurytele	8.12
9	Eurytele	13.11
10	Eurytele	10.12
10	Eurytele	9.9

**Anexo Y.** Medición en micras de Rhopaloides nematocisto identificado en *C. quadrumanus*.

<b>Individuos observados</b>	<b>Forma de nematocisto</b>	<b>Tamaño ( micras)</b>
1	Rhopaloides	9.52
1	Rhopaloides	26.83
6	Rhopaloides	34.51
10	Rhopaloides	32.95
10	Rhopaloides	20.11

**Anexo Z.** Medición en micras de Mastigóforos nematocisto identificado *en C. quadrumanus*.

<b>Individuos observados</b>	<b>Forma de nematocisto</b>	<b>Tamaño ( micras)</b>
1	Mastigóforos	17.27
1	Mastigóforos	17.69
1	Mastigóforo	17.99
2	Mastigóforo	44.79
2	Mastigóforos	46.48
2	Mastigóforo	44.98
2	Mastigóforo	40.22
3	Mastigóforo	46.16
3	Mastigóforo	43.9
3	Mastigóforo	45.09
4	Mastigóforo	45.55
6	Mastigóforo	89.9
6	Mastigóforo	47.94
7	Mastigóforo	46.19
9	Mastigóforo	47.26
9	Mastigóforo	43.31
10	Mastigóforo	21.11
10	Mastigóforo	20.4
10	Mastigóforo	39.88
10	Mastigóforo	34.55
10	Mastigóforo	42.9
9	Mastigóforo	20.41
10	Mastigóforo	47.88

**Anexo AA.** Medición en micras de Isorhizas elipsoides nematocisto identificado en *C. quadrumanus*.

<b>Individuos observados</b>	<b>Forma de nematocisto</b>	<b>Tamaño ( micras)</b>
3	Isorhizas elipsoides	11.55
3	Isorhizas elipsoides	11.58
3	Isorhizas elipsoides	12.57
5	Isorhizas elipsoides	38.65
4	Isorhizas elipsoides	10.58
4	Isorhizas elipsoides	11.95
4	Isorhizas elipsoides	11.41
5	Isorhizas elipsoides	11.57
5	Isorhizas elipsoides	12.14
9	Isorhizas elipsoides	11.26
6	Isorhizas elipsoides	45.77
8	Isorhizas elipsoides	11.39
6	Isorhizas elipsoides	11.3
6	Isorhizas elipsoides	12.34
7	Isorhizas elipsoides	10.8
7	Isorhizas elipsoides	10.55
7	Isorhizas elipsoides	12.22
7	Isorhizas elipsoides	11.46
9	Isorhizas elipsoides	12.17
9	Isorhizas elipsoides	11.47

**Anexo BB.** Rho de correlaciones entre las entre las características morfométricas y las variables ambientales.

	temperatura(°C)	salinidad (ups)	Longitud umbrella (mm)	Ancho umbrella (mm)	Nº tentáculos por pedalia	Distacia ropalio- margen	longitud pedalia
temperatura(°C)	1.0000000	-0.2943301	-0.1568470	0.1630862	0.0259729	0.0006017	-0.1605894
salinidad (ups)	-0.2943301	1.0000000	-0.0314883	0.0961283	0.1445913	-0.0918310	0.0337649
Longitud umbrella (mm)	-0.1568470	-0.0314883	1.0000000	0.3518789	0.0869651	0.6512479	0.6379960
Ancho umbrella (mm)	0.1630862	0.0961283	0.3518789	1.0000000	0.1253454	0.5102374	0.4343641
Nº tentáculos por pedalia	0.0259729	0.1445913	0.0869651	0.1253454	1.0000000	0.1642822	0.1984901
Distacia ropalio- margen	0.0006017	-0.0918310	0.6512479	0.5102374	0.1642822	1.0000000	0.6381600
longitud pedalia	-0.1605894	0.0337649	0.6379960	0.4343641	0.1984901	0.6381600	1.0000000

**Anexo CC.** p- valor de correlaciones entre las entre las características morfométricas y las variables ambientales

	temperatura(°C)	salinidad (ups)	Longitud umbrella (mm)	Ancho umbrella (mm)	Nº tentáculos por pedalia	Distacia ropalio- margen	longitud pedalia
temperatura(°C)	NA	0.0000002	0.0064849	0.0046268	0.6541091	0.9917193	0.0053035
salinidad (ups)	0.0000002	NA	0.5869565	0.0965345	0.0121716	0.1124503	0.5601961
Longitud umbrella (mm)	0.0064849	0.5869565	NA	0.0000000	0.1328802	0.0000000	0.0000000
Ancho umbrella (mm)	0.0046268	0.0965345	0.0000000	NA	0.0299652	0.0000000	0.0000000
Nº tentáculos por pedalia	0.6541091	0.0121716	0.1328802	0.0299652	NA	0.0043311	0.0005441
Distacia ropalio- margen	0.9917193	0.1124503	0.0000000	0.0000000	0.0043311	NA	0.0000000
longitud pedalia	0.0053035	0.5601961	0.0000000	0.0000000	0.0005441	0.0000000	NA